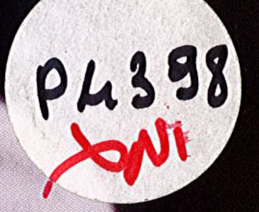
INRA mensuel

n° 109 mars-avril 2001





Les orientations générales de la politique de l'Inra 2001-2004 ont été adoptées lors du dernier conseil d'administration.*

Elles se lisent dans un contexte en pleine mutation, marqué par des évolutions scientifiques rapides et des réorientations profondes des politiques publiques, tant dans le champ scientifique que dans les domaines agricole, alimentaire et environnemental. Ces transformations s'inscrivent en outre dans une dynamique internationale plus intense, notamment par la construction de l'Espace Européen de la Recherche.

Marion Guillou, directrice générale de l'Inra, souligne ici les lignes essentielles, à ses yeux, de ce document de mise en perspective dont elle souhaite qu'elles marquent, au-delà de sa responsabilité à la direction de l'Inra, l'engagement de l'Institut pour les quatre ans à venir.

Dans un numéro suivant, Bertrand Hervieu, président de l'Inra, présentera les éléments de contexte qui ont progressivement dessiné les contours de l'INRA et proposera des pistes de réflexion à prendre en compte pour préparer, au-delà des échéances 2001-2004, l'Inra du futur.

Construire ensemble l'Inra de demain…

Depuis bientôt six mois, j'ai retrouvé l'Inra, une maison qui m'est chère et familière. Pour autant, l'Inra a beaucoup évolué. Lors des visites que j'effectue en ce moment dans les centres, je rencontre de nombreux collectifs de recherche et leurs responsables, et je mesure à quel point notre institution poursuit en profondeur sa transformation et son renouvellement, tant dans les thématiques scientifiques qu'elle initie, que dans les compétences mobilisées pour les développer.

Dès mon arrivée, nous avons, avec le président Bertrand Hervieu et l'ensemble du collège de direction, poursuivi et achevé l'élaboration du document d'orientation de l'Inra. Clôturant de nombreuses discussions internes et externes, il fixe les orientations stratégiques retenues pour la période de 2001-2004*. Les différentes instances de l'Institut en ont débattu et ses orientations ont été approuvées fin décembre par le Conseil d'Administration.

* Conseil d'Administration du 20 décembre 2000. Document d'orientations 2001-2004 : site http//www.inra.fr/intranet/Directions/DG/index.htm Dossier de presse du 19 janvier 2001 : http://www.inra.fr/Internet/Directions/DIC/PRESSE/COMMUNIQUES/inrafutur/sommaire.htm

Préparer l'Inra du futur

Ce document d'orientation est essentiel pour l'Inra. Un grand organisme comme le nôtre a besoin d'une vision claire et partagée de son devenir et de son projet. En effet, depuis quelques années et face notamment à l'influence amoindrie du monde agricole dans la société française, l'avenir de la recherche agronomique était incertain. Or, des champs d'investigation aussi importants que l'agriculture durable, l'alimentation et ses conséquences sur la santé, l'environnement et le devenir des territoires sont plus encore au cœur des demandes de la société. Par un investissement scientifique résolument orienté dans ces directions, l'Inra affirme un projet collectif qui renouvelle sa légitimité et lui confère une place non contestée, originale et singulière au sein du dispositif national de recherche.

Un tel projet s'inscrit pleinement dans les missions de notre Institut. Si sa fonction principale est de produire des connaissances de qualité dans ses domaines de compétence, validées par la communauté scientifique, l'Inra doit aussi apporter sa contribution à la formation à et par la recherche, à la diffusion et à la valorisation des résultats de la recherche, ainsi qu'à l'expertise scientifique.
Il nous faut également rester attentifs aux attentes et aux préoccupations des citoyens, en débattant de nos orientations au sein de l'Institut et avec la société, en explicitant nos démarches et en communiquant sur les résultats scientifiques acquis au fil de nos recherches.

Ces missions confèrent à notre organisme public de recherche finalisée des responsabilités qui, sans être totalement nouvelles, nous invitent aujourd'hui à prendre la mesure des défis auxquels nous sommes confrontés. Elles nous incitent aussi à trouver collectivement les réponses les plus appropriées.
Préparer l'Inra du futur, tel est l'enjeu des transformations qu'il nous faut engager.

Six défis s'ouvrent à nous

Dans son champ de compétences scientifiques, l'Inra est aujourd'hui confronté à un premier défi essentiel : l'industrialisation de la biologie. L'émergence de la biologie "à haut débit" modifie profondément les méthodes d'investigation du vivant. De plus, elle rapproche sensiblement les recherches fondamentales et les champs d'application des connaissances qui en sont issues.

L'industrialisation de la biologie.

Sauf à abandonner toute ambition à terme dans ce domaine, l'Inra doit se doter rapidement d'une capacité de production massive de données sur la structure, la variabilité et le fonctionnement de nombreux génomes, dans les domaines végétal et animal, ainsi que dans celui des micro-organismes.

Le second défi, du même ordre, touche aux progrès des technologies de l'informatique, notamment dans le domaine de l'analyse de données. Ils ouvrent de nouvelles perspectives en matière d'étude de systèmes et de phénomènes complexes. Aborder des niveaux d'organisation multiples, analyser selon différentes échelles spatiales ou temporelles est aujourd'hui rendu possible par les outils d'intégration de données et de modélisation, pour une meilleure prise en compte du réel.

Les progrès des technologies de l'informatique.

Ces avancées concernent plus particulièrement les sciences de l'environnement, le développement d'une biologie intégrative en voie d'unification, l'épidémiologie.

Au-delà de ces enjeux scientifiques, l'Inra doit faire face à trois défis issus de l'évolution récente des attentes de la société.

L'évolution récente des attentes de la société : besoins légitimes des consommateurs, questions environnementales, comprendre les progrès des techniques.

Les exigences des consommateurs des pays industrialisés renforcent les impératifs inhérents à la production alimentaire, tant en termes de qualité et de diversité que de sécurité des aliments.

De même, les questions environnementales sont aujourd'hui cruciales. Elles interrogent précisément la recherche agronomique, notamment dans sa capacité à aborder de manière systématique des problématiques au demeurant complexes.
Enfin, l'ensemble de la société, concernée plus que jamais par le progrès des techniques, ressent un besoin croissant d'information et de compréhension.
Les voies pour y répondre sont multiples. À cette fin, l'Inra doit repenser l'organisation des fonctions de prospective et d'expertise, développer l'analyse de risques et l'appui à la décision publique, former et inciter les chercheurs à s'engager dans le débat entre la science et la société.

Le sixième défi est un défi d'échelle. Il faut nous préparer à être moteur dans la structuration du dispositif de recherche européen. La construction d'un espace européen de la recherche agronomique est particulièrement cruciale pour notre avenir et l'Inra souhaite s'engager résolument dans cette dynamique.

Construire un espace européen de la recherche agronomique.

Des thématiques spécifiquement européennes sont à développer. Elles concernent plus particulièrement la multifonctionnalité, la qualité des produits et la gestion durable des ressources, notamment l'eau. De plus, certains programmes de recherche en biologie demandent des investissements qui, au regard de leur ampleur et des enjeux scientifiques qu'ils revêtent, doivent être raisonnés au niveau continental. De même, des structures pérennes telles que des réseaux d'observation environnementale ou des plate-formes expérimentales pourraient être conçues et mises en place dans le cadre d'une coopération européenne renforcée.

Des réponses par des priorités scientifiques

Afin de répondre à ces défis, l'Inra entend structurer sa politique scientifique en retenant plusieurs priorités qui découlent de fait de la confrontation entre les dynamiques internes du monde de la recherche et les besoins et les attentes de la société d'aujourd'hui.
Ces priorités ne recouvrent pas, bien entendu, l'ensemble des activités de recherche que l'Inra se propose de mener, en lien avec ses partenaires, au cours des quatre prochaines années.
Elles relèvent par contre de disciplines en émergence ou en renouvellement au développement desquelles l'Inra a l'ambition de contribuer significativement, au niveau français et européen.

Les recherches concourant à l'étude intégrée du fonctionnement des écosystèmes cultivés, forestiers et naturels, terrestres et aquatiques, à la protection des ressources et à la gestion de l'espace rural constituent la première de ces priorités. La stratégie d'ensemble retenue par l'Institut privilégie quatre domaines d'investigation :

Étude intégrée du fonctionnement des écosystèmes cultivés, forestiers et naturels, terrestres et aquatiques, protection des ressources et gestion de l'espace rural.

- la gestion et la protection des ressources physiques
- la valorisation et la préservation des ressources biologiques
- la gestion des systèmes agraires et forestiers
- les politiques publiques relatives à l'environnement et à l'espace rural.

La deuxième priorité concerne le développement de la biologie intégrative. Dans le domaine végétal, les enjeux scientifiques vont du génotypage à l'évaluation des risques et à la gestion de l'innovation. La préservation des ressources génétiques, la diversification des productions, le respect de l'environnement et la qualité des aliments sont autant de domaines dans lesquels la génomique végétale est appelée à une contribution significative, au travers de dispositifs suffisamment structurés pour assurer la compétitivité des équipes de recherche.
Dans le domaine animal, la biologie intégrative touche pratiquement tous les domaines reconnus comme prioritaires en matière de productions animales. Son développement global au sein de l'Inra passe ainsi par un effort important en matière de séquençage et de post-séquençage.

Développer la biologie intégrative végétale et animale.

Amorcé depuis dix ans, l'élargissement du champ des compétences de l'Inra à la nutrition humaine et aux relations entre alimentation et santé doit être conforté dans les années à venir. Dans ce domaine, l'Inra affiche une politique ambitieuse d'augmentation des moyens qu'il y consacre. Cette orientation se justifie au regard des nombreux enjeux qui émergent, tant en matière de qualité que de sécurité biologique des aliments. À cet égard, l'étude des maladies à prions, problème crucial de santé animale, s'étend aujourd'hui à la sphère alimentaire et humaine, à travers la question du franchissement de la barrière d'espèce. Le renforcement des travaux sur ce thème s'inscrit pleinement dans l'effort national de recherche engagé dans ce domaine.

Conforter l'élargissement du champ des compétences de l'Inra à la nutrition humaine et aux relations entre alimentation et santé.

La caractéristique majeure des programmes de recherche en génomique, et plus généralement en biologie intégrative ou dans l'étude de systèmes environnementaux, est l'accroissement très important de la quantité de données produites, ainsi que leur diversité et les niveaux d'échelle auxquels elles renvoient. Leur gestion, leur valorisation et leur interprétation constituent un enjeu indissociable du développement des sciences biologiques et de l'environnement. Une des priorités de l'Inra vise ainsi à renforcer ses compétences en bioinformatique, en les articulant géographiquement autour des pôles principaux de recherche en génomique.

Renforcer la bioinformatique particulièrement en génomique, en biologie intégrative, pour l'étude des systèmes environnementaux.

Enfin, le rapport de la production scientifique à l'action mérite une attention particulière de la part de l'Inra car la majorité des travaux qui y sont conduits ont pour ambition d'associer, à travers la promotion de processus innovants, des projets conjoints de transformation de la société et de production de connaissances scientifiques ou techniques. Les sciences sociales pour et sur l'action deviennent ainsi une discipline stratégique pour notre Institut, en particulier en matière d'analyse et de gestion des risques. Ces nouvelles questions ne doivent pas pour autant faire perdre de vue le développe-

Sciences sociales pour et sur l'action, particulièrement en analyse et gestion des risques, innovation, environnement, consommation, enjeux du monde agricole.

ment des sciences sociales. Si des objets nouveaux tels que l'innovation, l'environnement ou la consommation apparaissent, une meilleure compréhension des enjeux du monde agricole et rural reste aujourd'hui d'actualité, notamment autour des problématiques liées à la multifonctionnalité et au développement durable.

• Réorienter nos moyens

Les priorités ainsi affichées nous conduiront à réorienter les moyens dont dispose l'Inra pour atteindre les objectifs stratégiques visés. Certains axes de recherche verront leurs moyens maintenus ou ajustés. Seront renforcés les axes relatifs à l'alimentation humaine (+40% de son effectif), au développement de stratégies génériques pour la connaissance du vivant (alliances et déploiement de moyens nouveaux), aux sciences sociales (+25% de son effectif). En revanche, les moyens affectés de longue date à l'évolution des systèmes et des facteurs de production seront diminués (-15%) et affectés à d'autres axes de recherche prioritaires.

Des réponses par des partenariats renouvelés et plus diversifiés

Avec les organismes de recherche publics francais, l'Enseignement supérieur.

L'ouverture des chercheurs sur leur communauté scientifique et le dialogue avec la société sont aujourd'hui plus qu'une nécessité : c'est une exigence qui oblige à renouveler nos liens avec les acteurs sociaux et à renforcer le rayonnement scientifique de notre Institut. À l'évidence, l'Inra est aujourd'hui confronté à des défis scientifiques dont la plupart ne peuvent être relevés qu'au travers d'un partenariat multiple, tant avec les organismes de recherche publics français qu'en lien étroit avec l'Enseignement supérieur. De ce point de vue, la mise en place de nombreuses unités mixtes de recherche - à terme, près d'une unité sur deux à l'Inra - témoigne de la forte intensité des relations engagées avec ces partenaires.

Avec les communautés scientifiques internationales afin de contribuer à construire l'espace européen de la recherche.

Fortement centrée sur sa contribution à la construction de l'espace européen de la recherche, la politique internationale de l'Inra devient le mode d'expression essentiel de sa stratégie générale d'ouverture. Le développement des compétences passe aujourd'hui par une présence active au sein des communautés scientifiques internationales. La connaissance fine de nos principaux partenaires et de leurs politiques de recherche, l'analyse du débat international sur les questions agricoles et alimentaires, sanitaires et environnementales constituent des éléments essentiels pour l'évolution de la stratégie de l'Institut. Le développement de notre partenariat avec nos homologues européens et internationaux s'avère donc une condition indispensable à notre présence au sein du monde scientifique à l'échelle européenne. L'ampleur de cet enjeu nous invite à participer activement à l'émergence de structures ou de réseaux d'excellence, à la mise en place de grands équipements, dans le cadre de l'espace européen de la recherche agronomique.

Construire de nouveaux liens avec le monde agricole.

De nouveaux liens avec le monde agricole sont également à construire. La notion de multifonctionnalité est de plus en plus reconnue dans les textes nationaux et européens. En France, la récente Loi d'Orientation Agricole a redéfini le contexte dans lequel s'inscrit désormais la politique française en matière d'agriculture. Ces évolutions invitent la recherche agronomique à construire les connaissances, concepts et méthodes qui sont indispensables aux pouvoirs publics et aux professionnels pour mettre en œuvre les décisions prises et suivre leur application, pour préparer les futures échéances, notamment les prochaines négociations européennes et internationales.

Participer à l'aménagement du territoire, avec nos partenaires régionaux, en harmonie avec notre politique nationale.

Au-delà du monde agricole et rural, la participation de l'Inra à l'aménagement du territoire s'inscrit dans une longue tradition qui se traduit aujourd'hui par une présence importante et diversifiée de l'institut en France. Cette situation fait de l'Inra l'une des principales forces de recherche dans de nombreuses régions. En retour, les régions aident largement l'institut dans ses investissements dans le cadre des contrats de plan ou de conventions bilatérales. L'Inra entend poursuivre et développer une politique territoriale, en réaffirmant son engagement vis-à-vis des partenaires régionaux, tout en évitant un glissement vers une régionalisation trop poussée qui conduirait à terme à amoindrir sa capacité d'action résolument orientée par l'intérêt commun à l'échelle nationale.

Les partenaires socio-économiques : de la valorisation diffuse à une politique de brevets.

Le partenariat socio-économique et la valorisation des acquis de la recherche renvoient à des pratiques marquées par des modes de transfert variés, allant d'une valorisation diffuse des résultats jusqu'à une politique de brevets. L'Inra aujourd'hui doit satisfaire plusieurs objectifs dans ce domaine : participer activement au développement économique et contribuer à la création d'emplois, produire des connaissances en les protégeant de toute appropriation abusive, en outre développer une capacité d'expertise à la disposition du plus grand nombre. L'Inra entend mener une politique de protection de ses activités et du bien public, notamment par le dépôt de brevet. Il se doit aussi d'engager des réflexions structurantes sur la déontologie du chercheur et de l'expert, sur les règles de l'expertise scientifique, en liaison avec les tutelles et les partenaires concernés.

Les liens recherche-société : prendre part aux débats.

Enfin, dans cette dynamique de renouvellement des partenariats, une attention particulière doit être donnée à l'inscription de l'Inra et des recherches qu'il porte, dans la société et les préoccupations qu'elle exprime. Plus largement, l'approfondissement des liens entre science et société, la participation des scientifiques au débat sont des questions primordiales, aussi bien pour l'Inra du futur que pour la société du futur.
L'Inra est aujourd'hui, par ses recherches touchant à l'environnement, à l'agriculture et à l'alimentation, au

cœur de problématiques sensibles pour un très grand nombre d'acteurs de la société. Certains objets de recherche deviennent même des questions de société. Par exemple, les modèles de production agricole, la préservation de l'environnement, les applications de la génomique font l'objet d'interrogations et de débats, de demandes d'information, voire de controverses scientifiques.
La recherche agronomique est aujourd'hui fortement questionnée.
En tant qu'établissement public, l'Inra ne peut rester en dehors de ces débats légitimes. Il lui faut s'y engager et promouvoir un dialogue constructif entre la recherche et la société, à propos des applications de la science, de leur évaluation et de leur suivi. De nouvelles formes de dialogue doivent être inventées, dans lesquelles il incombe à la recherche d'expliciter, d'argumenter et de débattre de ses orientations et de ses choix. Les objectifs poursuivis sont ambitieux. L'Inra devra résolument s'y engager, par une attitude à la fois responsable et citoyenne.

Des réponses par la poursuite de la réforme interne

Face aux défis qui sont les nôtres dans les prochaines années, les réponses en termes scientifique et partenarial ne peuvent suffire. L'adaptation aux changements auxquels nous sommes confrontés suppose aussi la poursuite de notre propre transformation. De ce point de vue, l'Inra doit approfondir la réforme engagée en 1998 par mon prédécesseur, afin d'en assurer le succès, et la poursuivre dans d'autres champs afin d'être en mesure de déployer la stratégie retenue pour les quatre années à venir.

Évaluer les départements scientifiques, les ingénieurs et les choix stratégiques de l'Inra.

Certains chantiers vont se concrétiser. Le renouvellement de notre dispositif d'évaluation entre dans une nouvelle phase. L'expérimentation d'un dispositif d'évaluation des ingénieurs débute en 2001. De même, l'évaluation des départements sera engagée cette année, selon une démarche à éprouver. Enfin, l'Inra souhaite s'engager dans une évaluation de ses choix stratégiques par un comité externe.

Moderniser les fonctions d'appui aux collectifs de recherche.

La réforme interne a jusqu'à aujourd'hui principalement concerné l'organisation scientifique de l'Institut. Désormais, l'ensemble des fonctions qui concourent à l'accomplissement des missions de l'Institut doivent à leur tour être réexaminées, notamment celles relevant de l'appui aux collectifs de recherche. Celles-ci ne sont pas directement impliquées dans l'élaboration des produits de la recherche. Cependant, elles sont tout aussi essentielles à la mise en œuvre de nos orientations stratégiques et à l'atteinte de nos objectifs scientifiques. Les conclusions de l'analyse des fonctions d'appui à la recherche effectuée au cours de l'automne dernier jettent les bases d'une restructuration qui engage l'Institut vers une modernisation de ses services d'appui. Elle doit permettre de rapprocher au plus près chaque fonction d'appui de ses "usagers".
Les fonctions d'appui seront regroupées autour de quatre pôles :
- gestion des ressources humaines,
- gestion des moyens,
- partenariats scientifiques
- information et innovation.

Les directions nationales se consacreront prioritairement à l'ingénierie, l'animation des réseaux, la gestion de l'information et la veille relative à chaque fonction. Cette nouvelle organisation sera complétée par la mise en place d'un véritable contrôle de gestion, afin d'assurer un suivi régulier de l'activité de l'Institut au regard des objectifs qu'il s'est fixés.

Poursuivre la réflexion sur l'avenir de notre dispositif expérimental.

Enfin, l'Institut doit poursuivre la réflexion engagée sur l'avenir de son dispositif expérimental. De nouvelles opportunités devraient permettre de valoriser au mieux ce dispositif, essentiel pour notre activité de recherche finalisée. Le réseau des unités expérimentales de l'Inra peut devenir le support privilégié de nouvelles thématiques telles que la surveillance et le suivi de l'environnement, l'analyse des processus d'évolution des milieux et des écosystèmes, ou l'expérimentation de techniques et des systèmes de production durables, en liaison avec le développement agricole au sein du Gred (groupe de recherche et de développement). Ces perspectives ouvrent la possibilité d'un rôle nouveau pour ces unités, au-delà de l'appui à la recherche, de la mise au point d'innovations techniques et de la conservation des ressources biologiques qui restent des rôles essentiels. Les changements qui s'engagent mettent ainsi en valeur tout l'intérêt d'un dispositif multilocalisé qui pourra s'intégrer à terme dans des réseaux expérimentaux, au niveau national ou européen.

En guise de conclusion

Au-delà de ces évolutions importantes, c'est l'Inra de 2020 que nous devons préparer et discuter avec nos partenaires. Si les orientations que nous avons retenues pour la période 2001-2004 reflètent une politique résolue et volontaire visant un renouvellement de pratiques scientifiques, une présence forte au sein de la communauté scientifique et un partenariat repensé avec la société, il nous faut aussi anticiper, penser notre avenir plus lointain... et le préparer dès maintenant.
Certaines échéances se dessinent plus particulièrement. Le renouvellement extraordinaire de l'Inra – au total 45% de nos effectifs d'ici 2010 – devrait provoquer une évolution profonde de notre organisme, dans ses compétences et dans son organisation.
Un tel enjeu pourrait nous conduire à nous replier sur nous-mêmes, de crainte de perdre une part de notre culture et de notre identité. Bien au contraire, il doit nous inciter à plus d'audace et d'enthousiasme. Avec ce regard particulier qui est le nôtre, la recherche agronomique, riche de connaissances et de pratiques, peut jouer un rôle important en cette période où réfléchir et comprendre ensemble est essentiel. Le futur de l'Inra est celui que nous construirons collectivement, dans une passion renouvelée pour les sciences du vivant au service de tous.

Marion Guillou, Directrice générale ■

Travaux et Recherches

À la découverte du génome d'Arabidopsis

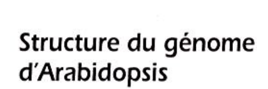
L'exploration du génome d'*Arabidopsis thaliana,* l'arabette des dames, a débuté il y a plus de dix ans. Ces travaux ont débouché sur la publication par la revue "Nature" (14 décembre 2000) de la séquence du génome de cette petite plante de la famille du chou et du colza (les Brassicacées), devenue l'espèce modèle pour la plupart des études en biologie et en génétique végétale. En raison de la quantité et de l'exhaustivité de l'information collectée, c'est un événement scientifique remarquable. Parallèlement à cette étude de la structure du génome d'*Arabidopsis*, de nombreux travaux se poursuivent sur la fonction des gènes identifiés. L'ensemble de ces approches, pour lesquelles la contribution de l'Inra est importante, aura un impact majeur pour la biologie des plantes et ouvre de nombreuses perspectives d'application pour l'agriculture.



Photo : J. Weber

Floraison d'*Arabidopsis thaliana.*

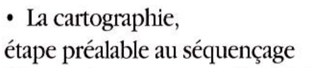
Ce texte, rédigé par Olivier Rechauchère, est paru dans le dossier de presse pour le salon de l'agriculture 2001.



Structure du génome d'Arabidopsis

• **Un premier inventaire : les gènes exprimés**

L'Inra s'est fortement engagé dans le premier programme d'analyse systématique du génome d'*Arabidopsis,* lancé en France en 1991. Il s'agissait de faire un premier inventaire des gènes, en se limitant aux gènes qui s'expriment dans les différents tissus de la plante. L'expression d'un gène consiste en la synthèse d'un brin d'ARN homologue à l'ADN du gène, et c'est à partir de cet ARN dit "messager" (ARNm) que la protéine correspondante est synthétisée dans les cellules de la plante. La méthode utilisée par les chercheurs était de reconstituer, à partir des ARN messagers, l'ADN du gène exprimé, puis d'en séquencer un fragment (appelé EST) permettant de l'identifier. Ce programme, poursuivi par des équipes américaines, a permis de répertorier près de 10.000 gènes sur approximativement 26.000 que compte le génome d'*Arabidopsis.*



• **La cartographie, étape préalable au séquençage**

L'Inra a fortement contribué à la mise en place d'outils performants pour l'analyse globale du génome d'*Arabidopsis,* en particulier, entre 1992 et 1998, par la réalisation d'une carte physique du génome de cette plante. Ce travail consistait à jalonner les 5 paires de chromosomes d'*Arabidopsis* de points de repère (ou marqueurs) et à déterminer les distances entre ces marqueurs, mesurées en nombre de "bases" (unités constitutives de l'ADN). Cette carte physique constituait un préalable indispensable au séquençage du génome entier de la plante. En effet, le séquençage nécessitant de morceler les chromosomes en fragments assez petits, il serait impossible sans cette carte physique de remettre bout à bout ces fragments séquencés.

Pour réaliser cette carte, les chercheurs ont constitué une collection de grands fragments d'ADN recouvrant tout le génome d'*Arabidopsis* et partiellement chevauchants ; ce qui permet de reconstituer leur agencement les uns par rapport aux autres*.

• **Explorer la séquence brute : les outils de la bio-informatique**

Une fois que l'on dispose de la séquence complète d'*Arabidopsis,* l'enjeu est d'identifier et de localiser les gènes. Ce travail est délicat. Chaque gène est en effet constitué de régions codantes (les exons) et de régions non codantes (les introns). Seule l'information contenue dans les exons sert à la synthèse de la protéine correspondante. Par ailleurs, il existe également entre les gènes des séquences non codantes. La difficulté est de distinguer ces différents seg-

* Cette collection de grands fragments, appelée banque CIC car résultant de la collaboration du CEPH (Centre d'étude du polymorphisme humain), de l'Inra et du Cnrs, a été mise rapidement (en 1994) à la disposition des équipes françaises et étrangères engagées dans la cartographie physique. Elle a permis une accélération spectaculaire des résultats. L'Inra a collaboré avec tous les laboratoires impliqués au niveau international pour aboutir à la carte physique complète des chromosomes 4 (en 1995) et 2 (en 1996). À partir de fin 1995, les équipes de l'Inra concernées ont concentré leurs efforts sur le chromosome 3, pour aboutir à sa cartographie en 1998. Cette carte physique a servi de base pour réaliser le séquençage des chromosomes d'*Arabidopsis,* et en particulier le séquençage du chromosome 3 effectué en France au Génoscope.

ments dans la séquence d'ADN pour déterminer le début et la fin de chaque gène et la position des introns. Les chercheurs de l'Inra ont réalisé des analyses statistiques qui ont permis de mieux connaître la structure des gènes d'*Arabidopsis* et développé en collaboration avec d'autres équipes des logiciels de prédiction qui permettent de les retrouver. C'est le cas des programmes NETPLANTGEN et NETGEN2 qui ont été utilisés par tous pour l'actuelle annotation du génome complet d'*Arabidopsis*. Ces logiciels recherchent dans le génome les sites dits "d'épissage", qui marquent la transition exon-intron et intron-exon.

Fonction des gènes d'Arabidopsis

• Inactiver les gènes pour en comprendre la fonction

Bien avant de disposer de la séquence complète d'*Arabidopsis*, l'Inra a travaillé à l'identification de ses gènes et de leur fonction. La démarche consiste à "mettre le doigt" sur chaque gène, c'est-à-dire empêcher qu'il s'exprime, pour déterminer le caractère qu'il gouverne, la séquence des éléments qui le constituent et finalement sa fonction physiologique. La méthode utilisée par les chercheurs de l'Inra est la mutagénèse par insertion : elle consiste à insérer au hasard dans le génome d'une plante un morceau d'ADN. Si celui-ci s'insère dans un gène, il l'empêchera de s'exprimer, car il interrompt la séquence normale du gène. On peut alors repérer une anomalie dans la descendance de cet individu. Par exemple, si les descendants sont devenus incapables de développer un système racinaire, on peut penser que l'élément d'ADN est venu s'insérer dans un gène qui joue un rôle essentiel dans le développement de la racine.

Les chercheurs de l'Inra ont mis au point une technique très efficace pour réaliser cette mutagénèse par insertion, qui a permis la constitution d'une collection de 50.000 lignées mutantes et de la base de données correspondante.

Cette collection peut être utilisée pour aller de la fonction au gène, c'est-à-dire rechercher les mutants affectés dans une fonction donnée, par exemple celle de l'assimilation du nitrate, pour mieux en comprendre les déterminants génétiques. À l'inverse, on peut l'utiliser pour remonter du gène à la fonction, en recherchant des insertions dans des gènes dont la séquence est déjà connue, mais pas la fonction. Cette approche, dite de génétique "réverse", est particulièrement intéressante maintenant que l'on dispose de la séquence complète du génome d'*Arabidopsis*.

Dans le cadre du projet "Génoplante", les chercheurs de l'Inra mettent actuellement en place une stratégie complémentaire de cette double approche : il s'agit de séquencer de façon systématique l'ADN de la plante situé de part et d'autre de l'ADN inséré. Ceci permettra, maintenant que l'on dispose de la séquence complète d'*Arabidopsis*, de connaître de façon précise la localisation de ces insertions. Une nouvelle base de données se constitue ainsi, directement reliée avec celle des mutants de la collection. L'ensemble constitue un outil puissant pour la génomique fonctionnelle des plantes. Il est désormais possible de faire le lien entre le gène, sa fonction, sa séquence et sa position au sein de la séquence complète du génome de la plante.

• Étudier l'expression des gènes

Savoir où et quand un gène s'exprime dans la plante est un indice précieux pour en comprendre la fonction. Un des moyens de suivre l'expression d'un gène est de lui accoler un gène dit "rapporteur", c'est-à-dire un gène qui s'exprime de la même façon que le gène étudié et dont on peut facilement visualiser l'expression : les gènes codant des protéines fluorescentes sont parmi les rapporteurs les plus intéressants, car leur expression peut être visualisée sur la plante vivante ; ils permettent donc de suivre l'expression du gène dans les tissus de la plante et au cours du temps.

Suivre l'expression d'un gène de façon isolée ne suffit pas : les grandes fonctions physiologiques d'une plante (développement des différents organes de la plante, réaction à un stress hydrique, par exemple) dépendent de l'expression d'un grand nombre de gènes. De nouvelles techniques (filtres à haute densité, puces à ADN) permettent d'étudier simultanément l'expression d'un grand nombre de gènes de la plante, et bientôt de l'ensemble de ses gènes. Parallèlement, des techniques sont également développées pour inventorier les protéines exprimées par la plante (protéomique) dans telle ou telle condition. Ces études massives du génome apportent des informations sur son fonctionnement intégré, son mode de régulation, les interactions entre gènes et sur la fonction des gènes.

Perspectives pour l'agriculture

La connaissance de la fonction des gènes d'*Arabidopsis* permet d'identifier ensuite les gènes ayant une fonction similaire chez les plantes cultivées. Ainsi il a été possible d'identifier chez *Arabidopsis*, puis chez diverses plantes cultivées les gènes impliqués dans la germination, la taille de la plante, sa précocité de floraison, la synthèse des acides gras, la lignification et la synthèse de la cellulose, la nutrition minérale... L'Inra contribue à cet effort international qui s'achèvera lorsque la fonction de chacun des gènes d'*Arabidopsis* aura été déterminée, un objectif que la communauté scientifique internationale s'est fixée pour la prochaine décennie.

Nicole Bechtold, David Bouchez, Christine Camilleri, Philippe Guerche, Georges Pelletier,
Génétique et Amélioration des Plantes, Versailles,
Catherine Bellini,
Biologie Cellulaire, Versailles,
Michel Caboche,
Génomique végétale, Évry, Versailles,
Pierre Rouzé,
Laboratoire associé de l'Inra, Department of Plant Genetics, Université de Gand (Belgique).

L'arabette
(Arabidopsis thaliana) :
il existe une vidéo de 7m30, réalisée par Gérard Paillard, disponible auprès de l'Audiovisuel DIC, Paris.

Les Centres de Recherche en Nutrition Humaine

Amorcée voici dix ans, l'extension du champ des compétences spécifiques de l'Inra à la nutrition humaine et aux relations entre l'alimentation et la santé a été marquée par un développement rapide des compétences correspondantes au sein de l'Institut et par un engagement fort dans la création et l'activité de Centres de Recherche en Nutrition Humaine (Crnh) associant des chercheurs de l'Inra et de l'Inserm à des équipes hospitalo-universitaires.

Les relations entre l'alimentation et la santé de l'homme y sont abordées notamment sous l'angle de la traduction des connaissances acquises en termes d'alimentation préventive, à travers une approche intégrée de la chaîne alimentaire impliquant la génétique, l'agronomie, la zootechnie et les technologies de transformation. La démonstration des "effets santé" bénéfiques de ces aliments ou constituants devra être effectuée chez l'homme, grâce aux travaux réalisés dans les Crnh et à la mise en œuvre d'études d'intervention nutritionnelles qui supposent la collaboration d'épidémiologistes.

Au cours du XXème siècle, la nutrition humaine a évolué considérablement dans nos sociétés industrialisées. Alors qu'immédiatement après la deuxième guerre mondiale, l'urgence était de satisfaire les besoins primaires de l'homme en énergie et en nutriments essentiels pour assurer une croissance harmonieuse et une activité satisfaisante à tous les âges de la vie, on considère aujourd'hui que l'aliment a également une fonction "santé" allant au-delà de sa simple fonction nutritive. De fait, en particulier grâce aux études épidémiologiques, le lien a progressivement été fait entre la consommation de certains aliments et l'apparition ou la protection contre diverses maladies, telles que l'ostéoporose, les maladies cardio-vasculaires, les cancers...

Ainsi, l'alimentation peut être associée à certaines maladies et ceci plus particulièrement lorsqu'il existe des prédispositions génétiques, mais elle peut également être un facteur de santé et de prévention des dysfonctionnements pathologiques ou retarder leur apparition en assurant l'intégrité de l'ensemble des fonctions physiologiques de l'homme.

Des enjeux importants pour la collectivité et pour l'individu

Il est évident que les enjeux de ce nouveau concept "alimentation-santé/bien-être" sont importants aussi bien pour l'individu que pour la collectivité. Les consommateurs sont de plus en plus sensibilisés à leur environnement et ils revendiquent dorénavant expressément que leur alimentation participe à la sauvegarde de leur capital-santé. Également, l'accroissement de l'espérance de vie s'accompagne d'une augmentation des dépenses de santé qu'une politique nutritionnelle volontaire et adaptée pourrait contribuer à maîtriser. Ces nouvelles exigences ne laissent pas indifférents les industriels de l'agro-alimentaire qui trouvent dans ce contexte un moteur de diversification, d'innovation et de créativité. Leur réponse à l'attente des consommateurs se caractérise par l'apparition sur le marché de nouveaux produits (nouveaux ingrédients et matières premières, nouvelles technologies de fabrication et d'emballage...) dont l'hygiène, l'innocuité et l'intérêt nutritionnel doivent être garantis. En conséquence, les besoins d'analyses alimentaires, de toxicologie et de nutrition s'accroissent et des recherches se développent dans ces différents domaines. De plus, il est clairement apparu que l'étude de la valeur "santé" des aliments nécessite d'intégrer toutes ces approches pour construire un dispositif efficace. L'Inra dispose d'une grande expertise en nutrition animale et, depuis une dizaine d'années, en nutrition humaine. Il maîtrise la connaissance sur les conditions de production agricole, cultures et élevages. Il abrite des équipes de recherche compétentes en sciences et technologies de l'aliment, en toxicologie alimentaire, en physiologie et génétique animales. Tous ces éléments en font un acteur privilégié de la recherche en nutrition humaine. De plus, l'Inra a établi des liaisons fortes avec des partenaires du domaine de la santé afin de mieux répondre aux objectifs de prévention et il a développé des collaborations avec des équipes de l'Inserm, de l'université et des hôpitaux. C'est dans le but de faciliter cette multidisciplinarité indispensable à l'étude de la valeur santé des aliments et à une recherche en nutrition chez l'homme sain à des fins préventives, qu'ont été créés les Crnh.

Les bases scientifiques pour une alimentation optimisant la santé du consommateur

La mission principale de ces Crnh est d'établir les bases scientifiques nécessaires à une meilleure connaissance des besoins nutritionnels de la population, à la définition de pratiques alimentaires et à la mise au point ou valorisation d'aliments pour favoriser la santé et le bien-être de l'homme, et réduire le risque de survenue de maladies majeures. La particularité des Crnh est d'associer des équipes de recherche des grands organismes (Inra, Inserm, Cnrs), de l'université et des centres hospitaliers. Ces réseaux locaux de laboratoires, organisés autour d'un centre d'investigation clinique agréé et d'outils méthodologiques appropriés, développent une recherche bien intégrée dans le tissu universitaire et répondent à la demande publique et industrielle en présentant toutes les garanties de qualité scientifique, d'indépendance et de respect de l'éthique.

Il existe actuellement quatre Crnh reconnus par le ministère chargé de la Recherche : le premier a été créé en Auvergne à Clermont-Ferrand-Theix (en 1992), puis ceux de Nantes (en 1995) et de Lyon (en 1996) ont été


Photo : Ch. Maître

agréés ; le plus récent (2000) étant celui de la Méditerranée qui rassemble des équipes de Nice, Marseille et Montpellier. Un nouveau Crnh est en préparation dans la région parisienne. L'implantation géographique de ces Crnh a été choisie en fonction des domaines de compétences spécifiques développées par les équipes de recherche locales.

Le Crnh Auvergne

Le thème scientifique général du Crnh Auvergne est la nutrition préventive de l'homme sain et en particulier du sujet âgé. Les deux axes principaux de recherche sont :

- le métabolisme protéino-énergétique : adaptation au cours du vieillissement en fonction des apports nutritionnels et de l'activité physique,
- les interactions entre le métabolisme des lipoprotéines circulantes et des lipides membranaires et les apports en fibres alimentaires et certains oligo-éléments et minéraux.

Le Crnh de Lyon

Deux domaines de recherche principaux résument l'activité développée par le Crnh de Lyon :

- le métabolisme du glucose : néoglucogénèse dans les populations à risque de diabète non insulino-dépendant, métabolisme du glucose dans des situations pathologiques chroniques ou aiguës, sensibilité à l'insuline et expression des gènes,
- les dépenses énergétiques : détermination de la dépense énergétique et de la composition corporelle chez l'homme, dépenses énergétiques dans des situations extrêmes ou lors de situations pathologiques.

Le Crnh Méditerranée

La thématique principale du Crnh Méditerranée concerne la biodisponibilité et le métabolisme des nutriments lipidiques chez l'homme sain et dans certaines situations pathologiques. Elle comporte quatre axes de recherche :

- les consommations alimentaires, l'épidémiologie,
- la digestion des lipides alimentaires : physico-chimie des émulsions et biodisponibilité des nutriments lipidiques, sécrétion de la lipase gastrique, hydrolyse des triglycérides,
- les lipides circulants et les lipoprotéines : transport des acides gras libres plasmatiques, synthèse ou bioconversion endogène, métabolisme hépato-biliaire, susceptibilités génétiques,
- les nutriments et l'expression des gènes : gènes codant pour les enzymes pancréatiques, effets transcriptionnels des acides gras.

Le Crnh de Nantes

La recherche du Crnh de Nantes est principalement consacrée à l'étude des relations entre l'alimentation et le tube digestif et à leurs conséquences pour la santé de l'homme. Une approche intégrée des recherches est favorisée permettant de prendre en compte les caractéristiques des aliments, leurs effets sur les fonctions physiologiques aux différents niveaux d'action (du gène et de la cellule à l'organisme entier), et leurs effets sur la santé en prévention du risque et en adjuvant thérapeutique des pathologies. Les axes principaux des recherches sont :

- le déterminisme de la biodisponibilité des glucides alimentaires dans l'intestin grêle (glucides rapides versus glucides lents) et dans le gros intestin (fermentations, métabolisme bactérien),
- les effets des composants alimentaires sur l'intégrité et le fonctionnement de la barrière muqueuse intestinale,
- la modulation nutritionnelle du risque pathologique intestinal (cancer colorectal, inflammations intestinales),
- l'impact du tube digestif sur le syndrome d'insulinorésistance et ses conséquences métaboliques.

Le Crnh de la région parisienne
Son activité serait consacrée à l'étude des déterminants de la consommation alimentaire humaine :
• analyse des consommations alimentaires, de leurs déterminants et de leurs conséquences (en terme de risque ou de prévention dans le domaine du surpoids et de l'obésité, de la dénutrition et de la fonte musculaire, de l'apparition des affections cardiovasculaires et certains types de cancers),
• mécanismes physiologiques du comportement alimentaire,
• étude des relations entre consommations et comportements alimentaires et état nutritionnel.

La composante génétique ne sera pas négligée puisqu'il est prévu d'aborder les variations inter-individuelles à travers une approche de "nutrigénétique", ainsi que leur traduction en termes de marqueurs génétiques, métaboliques, hormonaux, affectifs ou psycho-sociaux prédictifs des capacités des individus à répondre à des variations de l'apport alimentaire.

Coopération entre les Crnh et partenariat
La coopération, la concertation et le partenariat dans les Crnh seront favorisés dans le cadre de la création d'un réseau de recherche technologique dans le domaine de l'agro-alimentaire, *RARE* (Réseau Alimentation Référence Europe), évoqué par Roger-Gérard Schwartzenberg, ministre de la Recherche, (Versailles, 6.12.2000) et plus particulièrement dans le programme *Nutrialis*. *RARE*, dont la mise en place est très avancée, est né à l'initiative de la direction de la Technologie du ministère de la Recherche, en partenariat avec le ministère de l'Agriculture et de la Pêche, la direction générale de la santé et le ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

Christine Cherbut,
Crnh et Fonctions digestives et de nutrition humaine, Nantes.

Des champignons dont les systèmes enzymatiques peuvent métaboliser les xénobiotiques

Au cours de ce siècle, les êtres vivants ont été confrontés au développement rapide de l'industrie chimique, avec une diversification importante des structures des composés synthétisés et une augmentation considérable des tonnages utilisés. L'Ocde estime qu'il existe environ 70.000 composés organiques de synthèse utilisés quotidiennement de part le monde (produits phytopharmaceutiques, produits à usage industriel ou domestique...), et on évalue à 1000 le nombre de molécules nouvelles synthétisées industriellement chaque année et mises sur le marché en fonction d'un usage spécifique. Il faut ajouter à cette liste tous les composés parasites générés lors des processus industriels (dioxines, hydrocarbures polycycliques aromatiques...), ainsi qu'un nombre considérable de substances naturelles (terpènes, alcaloïdes, flavonoïdes...).
Les organismes vivants sont donc constamment confrontés à un nombre croissant de ces composés, regroupés sous le terme générique de xénobiotiques, présents naturellement dans l'environnement ou introduits par les activités anthropiques (intentionnellement ou accidentellement).

Les champignons filamenteux métabolisent les xénobiotiques

Les champignons filamenteux, qu'ils attaquent la lignine du bois ou non, disposent d'un arsenal de systèmes enzymatiques susceptibles de métaboliser les xénobiotiques. Le plus souvent, ces systèmes ont une fonction dans le métabolisme cellulaire endogène du champignon et sont de surcroît, sous certaines conditions, capables de transformer les composés chimiques. Parfois, certains systèmes sont spécifiquement impliqués dans la métabolisation des xénobiotiques.
Dans tous les cas, la métabolisation est conditionnée par des réactions de biotransformation, qui se répartissent en deux groupes.
• Premièrement, un certain nombre de réactions conduisent à la simplification de la structure chimique de la molécule mère. Comprenant certaines réactions d'oxydation, de réduction ou d'hydrolyse, elles s'enchaînent dans des schémas de dégradation qui aboutissent à la formation de métabolites qui peuvent soit s'accumuler dans le cas de dégradation incomplète, soit conduire finalement à la formation de dioxyde de carbone.
• D'autre part, certaines réactions rendent plus complexe la structure de la molécule mère. Ce sont les réactions :
- de conjugaison du xénobiotique ou d'un de ses métabolites primaires à un groupe hydrophile (sucre, acide aminé, peptide, ...) ; le résultat est un composé hydrosoluble,
- d'oligomérisation ou couplage de plusieurs unités du même composé selon un motif répétitif ou irrégulier ; elles forment des oligomères insolubles dans l'eau,
- d'incorporation du xénobiotique ou d'un de ses métabolites primaires dans des composés cellulaires (protéines, parois, ...) ou des matières organo-minérales dans les sols. Ainsi, ces réactions constituent un des mécanismes impliqués dans la stabilisation des xénobiotiques dans les sols.

En règle générale, la métabolisation est synonyme de détoxication, c'est-à-dire perte de l'activité biologique pour les composés intrinsèquement toxiques.
Dans quelques cas cependant, les réactions de biotransformation des xénobiotiques activent des composés initiaux en produits doués d'effets biologiques nouveaux.

Un impact considérable des réactions de biotransformation en agronomie et pour l'environnement

Les conséquences de l'existence de ces réactions de biotransformation sont considérables en agronomie ainsi

Les champignons filamenteux ligninolytiques, agents de biotransformation performants.



Photo : C. Mougin

que dans le domaine de l'environnement.

• Ces réactions régissent la concentration des xénobiotiques ainsi que la durée de leur présence à l'intérieur de l'organisme. De ce fait, elles gouvernent l'expression de l'effet biologique associé au composé. Chez les champignons comme chez les autres êtres vivants, elles conditionnent par exemple le mode d'action et l'efficacité (intensité des effets) des traitements phytopharmaceutiques sur les organismes-cibles que sont les ravageurs des cultures. En outre, dans de nombreux cas, le métabolisme est un facteur important de sélectivité des traitements, c'est-à-dire de leur spécificité.

• Les champignons filamenteux constituent la plus forte biomasse des sols. Avec les bactéries, ils sont des acteurs majeurs régissant le devenir des xénobiotiques dans les sols et dans l'environnement.

• L'application répétitive pendant plusieurs années du même pesticide (fongicide, herbicide ou insecticide) peut conduire à un phénomène de biodégradation accélérée de celui-ci dans les sols, ainsi qu'à des phénomènes de biodégradation accélérée croisée de plusieurs pesticides. Les micro-organismes du sol acquièrent des capacités métaboliques nouvelles qui conduisent souvent à l'inactivation du traitement par suite de la métabolisation plus rapide, voire complète du pesticide.

• L'utilisation à grande échelle des produits phytopharmaceutiques a provoqué l'apparition de résistances chez les champignons phytopathogènes comme chez les insectes et les végétaux supérieurs. La métabolisation constitue dans de nombreux cas un facteur-clé gouvernant la résistance, de par un changement de son intensité ou d'un changement de la nature même des réactions de métabolisation.

• Un des aspects les moins connus actuellement concerne l'impact des xénobiotiques sur les systèmes enzymatiques intervenant dans le métabolisme cellulaire. L'induction de nouvelles voies métaboliques ou l'inhibition de voies constitutives peut entraîner, notamment chez les plantes, une accumulation de métabolites altérant leur saveur ou possédant des effets toxiques ou pharmacodynamiques (phénols, terpènes...). Ces processus sont susceptibles de se produire dans le cas des interactions plantes-champignons.

Des recherches sur les systèmes enzymatiques des champignons filamenteux

Les systèmes enzymatiques de métabolisation sont relativement peu connus chez les champignons filamenteux [1] en comparaison de leurs homologues animaux et végétaux, et ce, en raison de difficultés techniques évidentes :

• faible production de systèmes enzymatiques constitutifs, régulée par des facteurs physiologiques liés aux conditions de croissance

• présence de composés (pigments, tannins, ...) et de protéases occasionnant une grande instabilité des préparations enzymatiques.

L'obstacle de la faible production d'enzymes est levé d'une part par induction enzymatique, c'est-à-dire augmentation de la production d'enzymes par activation de gènes structuraux en réponse à des stress physiologiques, physiques ou chimiques. D'autre part, le génie biomoléculaire offre des possibilités nouvelles pour réaliser l'expression hétérologue des systèmes enzymatiques d'intérêt.
Le choix des souches et l'optimisation des conditions de culture permettent aussi de limiter la production de composés interférents.

De ce fait, un programme de recherche a été initié dans l'unité de Phytopharmacie et Médiateurs Chimiques concernant l'étude des systèmes enzymatiques de biotransformation chez les champignons filamenteux. Faisant suite à un précédent projet visant à mettre en évidence les capacités métaboliques des champignons filamenteux (voir *Inra mensuel* n°90), nos travaux prennent maintenant en compte à la fois des systèmes enzymatiques intracellulaires (comme les mono-oxygénases à cytochrome P450) et exocellulaires (certains constituants du système ligninolytique fongique). Par une démarche associant biochimie, biologie moléculaire, chimie et physico-chimie, ce programme permettra d'éclaircir certaines zones d'ombre subsistant sur la structure et le mode d'action de ces enzymes, et de les valoriser.

Les applications de ces recherches sont multiples. Elles concernent tout d'abord les études métaboliques sur un certain nombre de xénobiotiques toxiques et/ou persistants, dont il convient de cerner au mieux le devenir dans l'environnement ainsi que les risques de transfert dans les chaînes alimentaires. Les recherches fournissent déjà des outils pour la dépollution des sols et des eaux, et à terme des outils pour l'évaluation du risque

* Mél. mougin@versailles.Inra.fr

Références bibliographiques

1 Mougin C. P., Corio-Costet M.-F. and Werck-Reichhart D. 2000, ACS Book Series n°777, Chapter 9.

2 Mougin C., Boyer F.-D., Caminade E and Rama R. 2000, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:4529-4534

3 Jolivalt C., Raynal A., Caminade E., Kokel B., Le Goffic F. and Mougin C. 1999, Applied Microbiology and Biotechnology, 51:676-681

4 Rama R., Mougin C., Boyer F.-D., Kollmann A., Malosse C. and Sigoillot J.-C. 1998, Biotechnology Letters, 20:1101-1104

5 Kollmann A., Mougin C. et Ducrot P.-H. 2000, Congrès de la Société Française de Chimie, Rennes.

6 Rama R., Sigoillot J.-C., Chaplain V., Asther M., Jolivalt C. and Mougin C. 2001, Polycyclic Aromatic Compounds, 18 (sous presse).

écotoxicologique associé à l'usage des xénobiotiques. Enfin, ces systèmes constituent des outils intéressants pour la synthèse chimique.

D'ores et déjà, nous avons montré leur implication dans le métabolisme fongique de produits phytopharmaceutiques anciens ou en développement [2], de certains de leurs métabolites polaires [3], de polluants industriels [4] et domestiques. Dans le domaine des produits naturels, ils participent aussi à l'hydroxylation régio- et stéréo-sélective de squelettes carbonés (composés terpèniques à activité anti-appétente) ainsi que dans l'oligomérisation oxidative de composés phénoliques [5] (phytoalexines) en débouchant sur la synthèse de composés d'intérêt pharmacologique. En collaboration avec nos collègues de l'Inra de Marseille-Luminy (unité de Biotechnologie des Champignons Filamenteux), nous avons mis en évidence les capacités de champignons filamenteux à diminuer les quantités d'hydrocarbures aromatiques polycycliques extractibles de sols industriels fortement pollués [6].

Ce programme de recherche trouve pleinement sa justification dans deux axes stratégiques majeurs de l'Institut qui concernent la préservation de l'environnement ainsi que la sécurité alimentaire.

Christian Mougin, Claude Jolivalt, Paul-Henri Ducrot,*
Phytopharmacie et Médiateurs Chimiques, Versailles-Grignon

Vibrations et phéromones ou comment les punaises se retrouvent !

Pour se retrouver, se rencontrer et se reconnaître à distance, les insectes utilisent différents systèmes de communication. La rencontre des partenaires sexuels est en effet une phase cruciale pour l'animal, car de sa capacité à localiser un partenaire potentiel dépendront ses chances de se reproduire. C'est un phénomène qu'il est important de bien connaître pour mener une lutte intégrée contre les insectes parasites des plantes.
Les signaux émis par les deux partenaires peuvent véhiculer au moins trois types d'informations :

- la localisation de la source du signal
- l'appartenance à une espèce
- le sexe de l'émetteur.

Cette étape est souvent décrite comme une séquence simple mettant en jeu un individu émetteur immobile et un individu receveur actif. Ce dernier localise l'émetteur, puis il s'ensuit un comportement de cour, généralement considéré comme plus complexe, qui aboutit à l'accouplement.
Mais cette vision réductionniste occulte les échanges de signaux pouvant intervenir lors de la phase de rapprochement durant laquelle les deux partenaires peuvent être à tour de rôle émetteur puis receveur, ainsi que les comportements de choix de l'un ou l'autre, voire des deux, partenaires.

Souvent les espèces privilégient un canal mais la punaise verte émet des signaux olfactifs et des vibrations transmises par le végétal

Si cette communication à distance fait intervenir des signaux de nature très variée d'un groupe taxonomique à l'autre, chaque espèce privilégie en général une seule modalité sensorielle, comme l'olfaction, la vision, ou l'audition. C'est ainsi que les Lépidoptères mâles remontent avec une grande précision les courants d'air chargés de la phéromone sexuelle émise par les femelles et que les femelles d'Orthoptères, quant à elles, localisent les mâles grâce à leurs "chants". Pourtant une punaise Pentatomide, *Nezara viridula*, présente un système de reconnaissance mutuelle beaucoup plus complexe qui fait intervenir à la fois des signaux phéromonaux (olfactifs) et des vibrations transmises par le végétal.
En effet, chez cet insecte, non seulement les mâles et les femelles présentent un répertoire relativement varié composé de vibrations (4 types de vibrations différentes ont été identifiés



Photo : N. Miklas

Le mâle de la punaise verte, sur une tige, a libéré des substances chimiques, nommées phéromones, qui ont attiré la femelle sur une feuille du même végétal. La femelle produit alors des vibrations d'appel qui se propagent dans la plante et orientent le mâle, notamment aux bifurcations. Il répond à la femelle par d'autres vibrations et par des phéromones qui stimulent la femelle. Enfin la rencontre a lieu.

chez les mâles et 3 chez les femelles), mais les mâles émettent également des produits spécifiques dont deux d'entre eux (le trans et le cis époxydes de bisabolène) ont montré, en olfactomètre, un effet attractif à distance vis-à-vis des femelles uniquement. Si, au laboratoire, cette phéromone sexuelle mâle attire bien à distance les femelles matures, dans la nature, des échecs de capture avec des pièges appâtés à l'aide de composés de synthèse suggèrent que la localisation précise de l'émetteur sur le végétal pourrait dépendre d'autres signaux.

Au laboratoire chants et phéromones alternent

Plusieurs expériences en laboratoire ont montré que l'odeur globale du mâle déclenche l'émission de chants d'appel par les femelles. En revanche, ni le chant des mâles, ni les seuls époxydes ne déclenchent de réponse acoustique des femelles. Ces chants d'appel femelle sont très importants pour la rencontre des partenaires, ils sont le déclencheur de trois comportements très caractéristiques chez le mâle.
Le premier type de réponse est **acoustique** : les mâles stimulés par des chants d'appel pré-enregistrés de femelles répondent systématiquement avec des chants dits de cour, émettant leurs vibrations en alternance avec le chant femelle. Ces chants mâles stimulent la femelle qui continue ainsi à émettre régulièrement ses chants d'appel.
Le deuxième type de réponse des mâles est **locomoteur**. Après avoir émis quelques chants, les mâles commencent à se déplacer en direction de la femelle, tout en continuant à chanter en alternance avec celle-ci. Ils s'orientent grâce aux vibrations des chants d'appel femelles qui se transmettent par le substrat. Le mâle peut mettre ainsi plusieurs minutes pour parcourir la distance qui le sépare de la source des vibrations sur un plant de haricot à deux feuilles. À chaque embranchement du végétal, le mâle s'arrête et détermine l'origine des vibrations en posant ses pattes et ses antennes sur les différentes branches.
Enfin le troisième type de réponse des mâles est **phéromonal**. Ainsi lorsqu'un mâle perçoit des chants d'appel femelles, il augmente très significativement l'émission des trois principaux composés phéromonaux. Par contre, s'il perçoit non plus des vibrations femelles mais des chants de rivalité d'autres mâles, il réduit temporairement son émission phéromonale.
Chez cet Hétéroptère, nous avons donc pu décrire une succession de séquences au cours desquelles les signaux chimiques et les signaux acoustiques interagissent pour aboutir à l'attraction de la femelle puis à sa localisation par le mâle et enfin à l'accouplement. Ainsi les émissions phéromonales des mâles déclenchent les chants femelles qui, eux-mêmes, déclenchent des chants mâles qui entretiennent les chants femelles. On ne peut donc comprendre le comportement sexuel de la punaise verte sans prendre en considération les deux types de signaux.

Des signaux différents selon la géographie

La complexité de ce système de reconnaissance mutuelle suggère que ces échanges de signaux ne sont pas uniquement liés à la localisation du partenaire sexuel. En effet, ces signaux chimiques et acoustiques, qui apparaissent comme primordiaux dans la reconnaissance des partenaires sexuels, présentent des variations géographiques.
Par exemple, des individus provenant de populations géographiquement éloignées (France et Guadeloupe) émettent d'une part, une phéromone sexuelle qui diffère par le ratio de ses deux principaux composants ; d'autre part, des chants qui diffèrent par leurs fréquences principales et par leurs caractéristiques temporelles.
Nous avons pu vérifier que ces variations avaient une importance éthologique pour l'insecte. En effet, les mâles d'une population répondent plus rapidement et surtout plus intensément aux chants des femelles de leur propre population. De même, les femelles répondent plus à l'odeur de mâle de leur propre population que d'une autre population. Cette sélectivité dans les réponses indique que des différences qualitatives et quantitatives dans la phéromone sexuelle ainsi que dans certaines caractéristiques des chants mâles pourraient être impliquées dans la sélection sexuelle à l'intérieur d'une même population. Par ailleurs la variabilité inter-populations et surtout l'importance éthologique de cette variabilité, font de *N. viridula* un très bon modèle pour l'étude de l'évolution des signaux de communication sexuelle lors des phénomènes de spéciation entre populations géographiquement éloignées.
S'il est le mieux étudié à ce jour, le cas de *N. viridula* n'est pas unique parmi les Pentatomides et des travaux récents ont montré que d'autres espèces communiquent également à l'aide de phéromones sexuelles et de vibrations. D'un point de vue agronomique, l'utilisation de phéromones constitue un outil efficace dans le cadre de la lutte intégrée contre de nombreuses espèces de phytophages. Compte tenu des particularités éthologiques révélées par cette étude, il nous reste à définir des stratégies adaptées au comportement de *Nezara viridula*.

Nadège Miklas, Michel Renou,
Phytopharmacie et médiateurs chimiques, Versailles

Crise de la vache folle de 1996 :
étude du risque perçu par les consommateurs

En 1996, la crise de la vache folle a permis d'analyser les réactions des consommateurs français face aux risques sanitaires et à l'information sur ces risques. Une analyse particulièrement instructive des réactions des consommateurs a été menée grâce à la



Photo : Ch. Maître

Salon de l'agriculture.

possibilité d'observer les achats de viande d'un large échantillon de ménages de façon continue avant et après le déclenchement de la crise. Ces réactions apparaissent liées au degré d'exposition au risque et surtout à la perception d'un lien entre quantité consommée et risque de contamination. De ce fait, la consommation avant la crise fournit une bonne prévision des réactions des consommateurs au moment de la crise.

L'annonce le 20 mars 1996 d'un lien possible entre l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) et la maladie de Creutzfeldt-Jakob (MCJ) a provoqué une baisse rapide et importante de la demande de viande de bœuf en France. Les réactions des consommateurs ont pu être analysées grâce au recueil continu des achats de viande d'un échantillon de 2789 ménages, issu des panels gérés par la Secodip (Société d'Études de la Consommation, Distribution et Publicité), dont a été extraite une période de 18 mois (15 mois avant le déclenchement de la crise et 3 mois après)*.

En comparant l'évolution de la consommation entre le premier et le deuxième trimestre 1996 à celle observée entre les mêmes périodes de 1995, on observe une très forte hétérogénéité des réactions en 1996. La proportion des ménages ayant cessé de consommer du bœuf passe seulement de 4% à 8%. La baisse globale de la consommation n'est donc pas due à des ménages se détournant complètement de la viande de bœuf. Elle vient du fait que les ménages ont simplement diminué leur consommation dans des proportions très diverses, seule une minorité cessant totalement d'en consommer.

L'analyse prenant en compte un grand nombre d'effets possibles (saison, variations de prix ou de revenu, âge, catégorie socio-professionnelle, diplôme, sexe, taille de la famille, région d'achat, milieu rural ou urbain), montre que la quantité de bœuf consommée avant le déclenchement de la crise fournit une bonne prédiction de la réaction des consommateurs : ceux qui sont le moins susceptibles de changer leurs consommations sont ceux qui avaient acheté les quantités les plus faibles ou au contraire les plus importantes avant la crise.

Ce résultat n'est pas lié à l'inertie des comportements des groupes de faibles et forts consommateurs.
Il est en revanche très cohérent avec un modèle non linéaire de perception du risque de contamination, avec un seuil en dessous duquel le risque perçu est faible, et un seuil au-delà duquel le risque perçu est déjà tel qu'un changement de comportement est considéré comme inutile.

Des données d'une enquête de l'Insee sur le comportement individuel lors de cette crise de la "vache folle", ont confirmé l'importance de la perception du risque dans l'explication des réactions. Les consommateurs qui ont le moins modifié leur comportement lors de la crise sont aussi ceux qui acceptent le plus facilement de prendre des risques dans des domaines autres que l'alimentation (métier à risques, aimer le risque, pratique de sports dangereux, (escalade, aviation)..., excès de vitesse, préoccupation faible ou forte à propos de sa santé...).

Ces différents résultats montrent que les comportements face à une crise de ce type ne sont pas aléatoires. Ils mettent en évidence l'intérêt d'une prise en compte de l'hétérogénéité des perceptions du risque et des réactions face au risque pour améliorer l'efficacité des campagnes d'information à mettre en place dans de telles situations de crise. (*D'après Presse info, décembre 2000*).

Jérôme Adda,
Recherche sur la Consommation, Économie et Sociologie rurales, Ivry-sur-Seine. ■

* S'agissant de la crise actuelle, les chiffres Secodip indiquent une chute de 37% des "ventes de bœuf pour la consommation à domicile", dans la semaine du 30 octobre au 5 novembre 2000, par rapport à la même semaine de 1999 alors que cette baisse était de 25% en 1996 par rapport à 1995.

Voir également le texte complet : Jérôme Adda "Les consommateurs français et la vache folle", Inra Sciences sociales, n°4, décembre 1999, 4 pages.

Animer, Diffuser, Promouvoir

Jeunes

Les Travaux Personnels Encadrés

Les Travaux Personnels Encadrés introduits à partir de janvier 2001 dans les classes de première s'inscrivent dans les objectifs fondamentaux de la réforme du lycée. Ils proposent une démarche novatrice dans l'organisation de l'activité scolaire et dans l'approche des contenus.

À partir d'un thème de la liste nationale (définie par le ministère de l'Éducation), les élèves avec l'aide des enseignants, déterminent des sujets précis qui s'articulent sur deux disciplines dominantes de la série. Ce travail mené en petit groupe et encadré par les enseignants des disciplines concernées, aboutit à une réalisation concrète qui peut prendre des formes diverses et faire au moment de l'évaluation l'objet d'une communication orale.

On peut distinguer trois phases dans l'élaboration d'un TPE :

• une phase de délimitation du sujet qui est avant tout un travail d'enquête et de recherches pour définir le sujet et la problématique retenue : rassembler documents et matériaux, prendre contact avec des interlocuteurs compétents, questionner, trier, organiser les informations, faire des choix en discutant avec le professeur pour aboutir à une formulation suffisante du sujet et une organisation efficace,

• pendant la phase de réalisation, les groupes travaillent davantage en autonomie. Ils tiennent un carnet de bord et remettent le plan détaillé de leur projet au professeur,

• la phase finale est une phase de communication. Cette soutenance est un entraînement de l'élève à l'oral pour savoir exposer et justifier son choix de manière argumentée et personnelle.

Cette nouvelle démarche suppose que les enseignants puissent aider et guider au mieux leurs élèves, vers des sources sûres.

C'est dans cet esprit que l'Inra a convenu d'une collaboration avec l'Association des Professeurs de Biologie et de Géologie (Apbg).

Des rencontres inter-régionales entre l'Apbg et l'Inra ont eu lieu à Bordeaux, Lyon, Angers, Antibes, Nancy et Paris. Des chercheurs dont l'activité scientifique décline les thèmes nationaux choisis pour les TPE : "croissance", "rythmes", "eau", "science des aliments" ont présenté leurs travaux aux enseignants.

Une trentaine de binômes enseignant-chercheur ont été formés à l'issue de ces rencontres. Chaque binôme travaille à la rédaction d'un dossier qui sera mis dans un premier temps à la disposition des enseignants (dans le bulletin de l'Apbg), puis à celle des élèves (mise en ligne sur le site web Inra).


Photo : Ch. Maître

Salon de l'agriculture 2001 sur la génomique végétale.

Un dossier est un ensemble de ressources et de pistes documentaires sur la science en train de se faire.
Pour chacun des dossiers, l'Apbg apporte son savoir-faire pédagogique et sa connaissance des programmes d'enseignement (et du niveau de connaissance acquis par l'élève) ; l'Inra, en plus du contenu scientifique, veille à proposer aux enseignants des éléments qui leur permettent de valider la méthodologie expérimentale de l'élève (démarche expérimentale, cahier de labo…).

Enfin, il est prévu de décliner localement une proposition de formation "TPE" conjointe Inra-Apbg dans les Plans d'Action Formation des Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (Iufm).

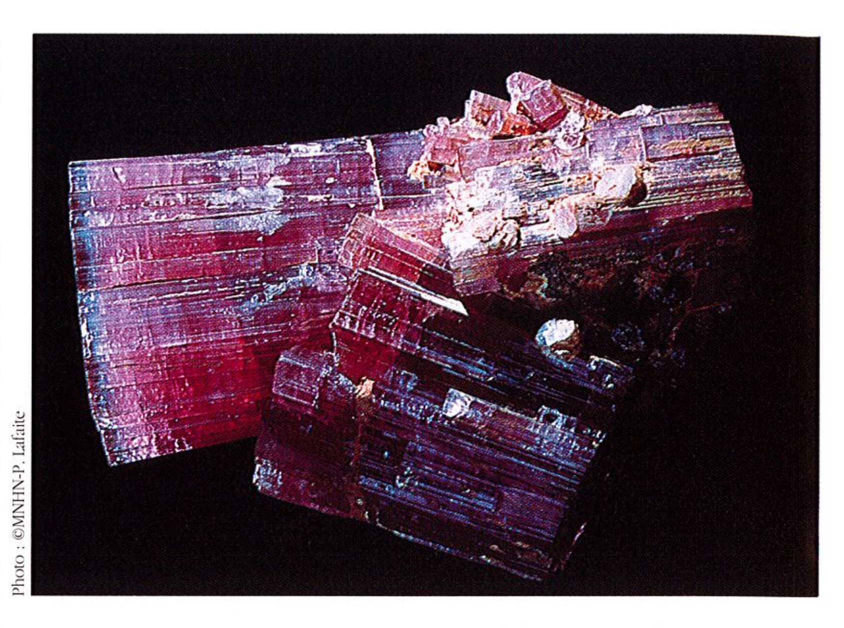
Sandrine Gelin,
DIC (jeunes et enseignement)
Tél. 04 78 87 26 46. s.gelin@vet-lyon.fr

Manifestations

SALON DE L'AGRICULTURE : LE PRIX DE LA COMMUNICATION À L'INRA

Chaque année le commissariat général du SIA remet le **prix de la communication** pour récompenser un organisme ou une entreprise présente au salon pour la qualité et la diversité de ses animations, de ses présentations et de ses messages. Pour l'édition 2001, il a été décerné à l'Inra.
Sur le stand de l'institut, réalisé par l'équipe Dic, a été reconstitué un laboratoire dans lequel les expériences réalisées par les biologistes sur les gènes d'une plante ont permis au visi-

La Rubellite appartient au groupe de la tourmaline (provenance Pala, en Californie).


Photo : ©MNHN-P. Lafaite

teur de pénétrer au cœur de la cellule végétale.
Les 80 chercheurs du centre de Versailles, qui se sont relayés en permanence, ont su répondre, dans un langage clair, aux questions des néophytes sur le rôle et le fonctionnement de l'Adn ; ce qui s'inscrit totalement dans les préoccupations actuelles des visiteurs.
Le prix a été décerné à Bertrand Hervieu, président et à Marion Guillou, directrice générale, par Béatrice Collet, responsable du Salon International de l'Agriculture.

"AUTO-DESTRUCTION ET PÉRENNITÉ DU VIVANT. Réflexions sur la mort cellulaire programmée" sera le thème de la prochaine conférence de **Sciences en Questions**, donnée par Jean-Claude Ameisen, chercheur à l'Inserm et à l'hôpital Bichat, le 7 juin 2001 à l'Ina-pg, 16 rue Claude Bernard 75005 Paris.
Jean-Claude Ameisen est également l'auteur de "La sculpture du vivant" Éd. Odile Jacob 2000.

COMPORTEMENT EN ÉLEVAGE. Une nouvelle exposition sur ce thème réalisée au centre de Tours est visible sur le kiosque Dic. Elle a été réalisée avec la collaboration de deux équipes "Comportement animal" du centre, une sociologue du centre d'Ivry et le Ccsti de la région Centre à l'occasion de la Fête de la Science, Tours, octobre 2000.
Pour la découvrir : http://www.inra.fr/Intranet/Projets/KiosqueDIC/comporTours/comportanim.htm
▲ Contact : cario@tours.inra.fr

NATURE VIVE, exposition du Muséum National d'Histoire Naturelle, Jardin des Plantes, Grande galerie de l'évolution, jusqu'au 17 septembre 2001.
Paradisiers flamboyants, tortues menacées, bois tropicaux ou tendres oursons, l'extraordinaire diversité de la Nature est représentée... Des collections les plus connues aux plus étranges, ces spécimens chargés d'histoire, d'anecdotes, de valeur scientifique ou simplement beaux. Le parcours se fait en trois grandes parties : "richesses de la nature, richesse des émotions" ; "nature prisée, nature méprisée" ; "homme - nature : vivre ensemble".

LE MOMENT CONTEMPORAIN DE LA FABRIQUE DU PAYSAGE. Collège international de Philosophie, rue Descartes, séminaire de huit séances (de mars à mai 2001), Philippe Nys.*
Produit par l'histoire européenne et mondiale du XXe siècle, le moment contemporain de la fabrique du paysage est considéré selon trois polarités : mythique et spirituelle, spécifiquement contemporaine incarnée aujourd'hui par des images photographiques, banales, quotidiennes, omniprésentes, porteuse d'histoire, de projet, de profondeur historique.
Dans quelle mesure ces représentations imaginaires et symboliques et les modes de représentation (artistique, architecturale, paysagère) qui découlent de cette situation répondent-ils aux enjeux d'une époque aujourd'hui définie comme celle de la post-histoire...

* Exceptée la conférence du 27 mars, tous les séances ont lieu au 1 rue Descartes 75005 Paris
jeudi 1er mars et 15 mars, 18h-20h, amphi B : Philippe Nys
mardi 27 mars : 17h-20h, lieu : Ehess, 105 bd Raspail, 75006, amphithéâtre, conférence de Tsutomu Iyori, architecte, historien (université de Kyotô), collaboration avec le centre de recherches sur le Japon contemporain/F-hess
jeudi 26 avril : 20h-22h, Amphi B, conférence de Rossella Salemo, architecte (Politecnico de Milan), collaboration et soutien du Dpea "Jardins et paysages historiques", École d'Architecture de Versailles
vendredi 4 mai, 18h30-20h30, Amphi B : Philippe Nys
jeudi 10 mai, 18h30-20h30, amphi Stourdzé, Dessiner le temps, conférence de Jan Birksted, architecte, philosophe (Londres), collaboration et soutien du Dess "Ville et paysage ", École d'architecture de Lille
vendredi 18 mai : 19h30-21h30, amphi Stourdzé, conférence de Alberto Pérez-Gomez, théoricien de l'architecture (université McGill, Montréal), collaboration et soutien de l'École d'architecture de Paris-Belleville
jeudi 31 mai : 18h-20h, amphi B : Philippe Nys.

Colloque
Compte rendu

Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux
Bilan du colloque Groupe de la Sainte Catherine

La troisième rencontre du Groupe de la Sainte Catherine s'est déroulée du 22 au 24 novembre 2000 au Centre Régional de la Documentation Pédagogique (CRDP) à Orléans et a rassemblé 130 personnes.
La première journée a été consacrée aux exposés (18 au total) par des intervenants de l'Afocel (Limoges, Nangis, St Clément de Rivière), du Cemagref (Nogent/Vernisson), du Conseil Horticole Qualité d'Ile de France, du Cirad (Montpellier du Ctifl (Balandran, Lanxade), de l'Inra (Avignon, Angers, Bordeaux, Orléans), de la Pépinière Forestière Expérimentale de Guémené Penfao, du Lrpv d'Angers et de la faculté des sciences d'Orléans. Pour la première fois, nous avons également accueilli des intervenants étrangers : du Canada, de Suisse et du Mali.

Outre la réactualisation de thèmes déjà abordés lors des précédents colloques (ie : gestion des pieds-mères, effets génétiques, multiplication végétative naturelle), d'importantes avancées techniques ou scientifiques concernant la culture *in vitro* et les techniques de greffage ont été exposées. Deux communications ont permis de faire le point sur les techniques de multiplication végétative utilisées en routine pour produire des plants forestiers au Canada. On s'est également intéressé au comportement des plants produits par multiplication végétative et notamment à leur résistance au vent à la suite des tempêtes de fin 99. Des aspects transversaux ont également été abordés comme le management de la qualité et la protection de l'obtention végétale.

Le second jour, en matinée le groupe a visité quatre entreprises horticoles

situées sur la zone de Cornay à St-Cyr-en-Val : les Trois Chênes, les pépinières Burte, les pépinières Travers, la société Cutting ; l'après-midi a été consacré à des tables rondes (gènes et rhizogenèse et multiplication végétative en foresterie), à une démonstration de greffage et à une présentation de posters.

Le dernier jour, le groupe a visité au choix SB (Production à Dampierre-en-Burly ou la société Marionnet à Soings en Sologne) et l'Inra d'Orléans l'après-midi.

Le bilan de cette troisième rencontre est extrêmement satisfaisant tant quantitativement (+ 30 inscriptions par rapport aux précédents colloques, un secteur "production" de plus en plus représenté, des intervenants et participants étrangers) que qualitativement puisque le nombre de communications n'a jamais été aussi important.

Les actes de cette rencontre seront co-édités (objectif mi-2001) sous la forme d'un cédérom avec le Cirad.

Michel Verger,
Amélioration, Génétique
et Physiologie forestières, Olivet.

Colloques

organisés par l'Inra ou auxquels participent des intervenants Inra

Il nous paraît intéressant de vous informer des thèmes de certains colloques même s'ils ont déjà eu lieu en indiquant les contacts. Il s'agit ici des colloques dont l'annonce nous a été demandée. Vous pouvez également consulter www.inra.fr/Internet/Projets/colloque/annees.html.

BIOLOGIE, INFORMATIQUE, MATHÉMATIQUE, Toulouse, du 29 mai au 1er juin 2001.
Jobim est une conférence ouverte à toutes les personnes travaillant aux frontières de la biologie, de l'informatique, des mathématiques et de la physique et s'intéressant à l'analyse, la comparaison et l'exploitation des données génomiques. Cette conférence se veut aussi un lieu de rencontre annuel pour la communauté bio-informatique-mathématique, dans un cadre agréable favorisant les échanges.
Les thèmes : l'algorithmique sur les mots ; l'analyse de l'expression de gènes, des réseaux métaboliques et de régulation ; l'annotation des génomes ; les bases de données et de connaissances ; la cartographie des génomes ; l'évolution et la phylogénie ; la génomique comparative ; les statistiques et probabilités ; les structures (Arn et protéines) et interactions macromoléculaires ; la théorie des graphes et la combinatoire.
Le programme, la fiche d'inscription ainsi que de nombreux renseignements pratiques sont disponibles sur le site internet de la conférence http://jobim.toulouse.inra.fr
▲ Contact : Jobim, Inra, unité de biométrie et intelligence-artificielle, chemin de Borde-Rouge, Auzeville BP 27, 31326 Castanet-Tolosan. Fax. 05 61 28 53 35. Mél. jobim@toulouse.inra.fr.

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE ET MICRO-ANALYSES APPLIQUÉES AUX MATÉRIAUX DURS ET MOUS, École d'été 2001, organisée par le Groupement 8 de l'Association Nationale de la Recherche Technique et les universités Montpellier 1 & 2, du 1er au 7 juillet 2001.
L'École d'Été 2001 de microscopie électronique à balayage et micro-analyses appliquées aux matériaux durs et mous offre aux stagiaires l'opportunité de se former et de faire le point sur l'utilisation de nombreuses techniques complémentaires de caractérisation. Les nouvelles microscopies à balayage et les techniques de microanalyses présentent un vif intérêt dans tous les domaines notamment en biologie, que ce soit au niveau du végétal, de l'animal, du bio-médical ou encore en agro-alimentaire. Le domaine des microscopes électroniques à pression contrôlée et à chambre environnementale, qui ouvre de nouvelles perspectives aux biologistes, sera amplement traité. Ces techniques seront d'autre part comparées à la microscopie confocale et à force atomique. Déjà très appréciée par la communauté scientifique travaillant sur les matériaux durs, cette manifestation qui a lieu environ tous les cinq ans est aussi l'occasion pour les constructeurs de présenter leurs appareils les plus récents.
Pour plus d'informations : http://www.univ-montp2.fr/anrt/

RHIZOSPHÈRE, Palais des Congrès de Dijon, l'Inra-Cmse, du 26 au 28 novembre 2001.
26.11.2001 - session 1 : **enjeux et application** : productions agricoles et forestières durables ; réhabilitation des milieux dégradés ; préservation et conservation des environnements naturels ; ressources biotechnologiques de la diversité microbienne
Session 2 : **exploration racinaire du sol** : architecture racinaire ; croissance et développement racinaire ; propriétés hydriques du sol ; agrégation et contraintes mécaniques
Table ronde : alternatives à l'utilisation d'intrants chimiques
27.11.2001 - session 3 : **flux et échanges dans la rhizosphère** : flux de carbone et exsudation ; biodisponibilité des éléments minéraux ; modifications du pH et du potentiel redox ; dynamique des polluants et toxiques
Table ronde : méthodes de génomique et de protéomique pour l'étude de la rhizosphère
28.11.2001 - session 4 : **interactions, communications et signaux biologiques** : signaux et communications microbiennes ; adaptation microbienne et colonisation de la racine ; diversité et fonctions microbiennes ; transferts de gènes.
▲ Contact : colloque Rhizosphère Inra-Cmse Umr Bbce-Ipm, 17 rue Sully, BP 86510, 21065 Dijon cedex. rhizosphère@dijon.inra.fr - http://www.dijon.inra.fr/congres/rhizosphere/

EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, La Rochelle, organisé par la Fédération Européenne des Herbages 19th General Meeting 27-30 mai 2002.
Ce congrès a pour thème la multifonctionnalité des prairies : de la qualité des fourrages à la qualité des produits animaux et des paysages. Les

* Les acteurs de la filière
Les agriculteurs produisent le lait et le livrent à des coopératives ou (dans une faible proportion) à des entreprises de transformation.
Les fromagers qui transforment le lait en "fromage en blanc", hébergés par les Fruitières, lieu de collecte du lait.
Les affineurs prennent en charge le "fromage en blanc" pour lui faire suivre le processus d'affinage.
Les vendeurs sont chargés de la valorisation des produits. En règle générale ce rôle est assuré par les affineurs.
Le dispositif de gouvernance de l'AOC repose sur le Comité Interprofessionnel du Gruyère de Comté [CIGC], une instance composée de représentants des producteurs, des coopératives laitières, des affineurs et des vendeurs. Il est le seul organisme autorisé à délivrer la plaque obligatoire de caséine verte, qui doit être apposée à la naissance de toute meule. Il centralise les données nécessaires à l'établissement de la Moyenne Pondérée Nationale (MPN).
L'évolution de la filière
La filière Comté représente un enjeu économique régional important : la production de lait concerne 3 400 agriculteurs et un volume de plus de 4,5 M de litres (soit un CA de près de 10 MF) et celle de fromage atteignait 46 103 T en 1999 (soit un CA de plus de 15 MF). L'AOC ne fait pas seulement vivre les agriculteurs et leurs familles mais aussi les fromagers, les affineurs et leurs employés, et représente un atout pour l'aménagement du territoire et le développement économique de la montagne jurassienne, sur laquelle sont localisées plus de 80% des coopératives de production.
Le décret et le cahier des charges
La production de Gruyère de Comté remonte au 19ème siècle mais c'est en 1952 qu'est créée l'AOC (Judiciaire, définie par un Arrêté du Tribunal). Le Comté est un fromage à pâte cuite pressée, fabriqué exclusivement avec du lait de vache (Montbéliarde ou Pie Rouge de l'Est), mis en œuvre à l'état cru, emprésuré et salé en surface ou en saumure, présentant des caractéristiques de typicité. L'aire de production actuelle correspond à la majeure partie des départements du Doubs et du Jura, à quelques cantons de l'Ain et à quelques communes de la Saône-et-Loire. Le règlement qui concerne sa production est strict, qu'il s'agisse de la provenance et de la qualité du lait ou de l'affinage des fromages.

prairies n'ont en effet plus pour unique fonction d'assurer une production agricole quantitative. Elles doivent également permettre l'élaboration de produits animaux de bonne qualité, participer à la protection de l'environnement, contribuer à la qualité des paysages et assurer une activité économique viable dans les territoires ruraux. De très nombreuses disciplines scientifiques sont concernées par ces thématiques et nous attendons une large participation des secteurs de la recherche et du développement pour des échanges fructueux.
▲ Contact : www.poitou-charentes.inra.fr /egf2002/.
Pour le formulaire à remplir : www.poitou-charentes.inra.fr/egf2002/angl/page2/formulaire.htm.
Contact : egf2002@lusignan.inra.fr

Colloques

autres

CNRS - Conférences JACQUES MONOD 2001, organisées par le département Sciences de la Vie.
• Signalisation et contrôle de la transcription : Aussois/9-13 juin 2001
• Rôle des microfilaments dans la polarité cellulaire : presqu'île de Giens/ 15-19 septembre 2001
• Meïose et différenciation germinale : Roscoff/29 septembre/3 octobre 2001.
▲ Contact : D. Lidoreau, Cnrs, conférences Jacques Monod, Ufr des sciences pharmaceutiques, 31 av. Monge 37200 Tours. Tél. 02 47 28 26 11. Fax. 02 47 27 87 56. Mél. lidoreau@univ-tourd.fr. http://monod.univ-tours.fr

SYMPOSIUM DE L'EAU, Cannes, organisé par l'Unesco et l'université des Nations-Unies, du 29 au 31 mai 2001.
▲ Contact : http://www.horizon-consulting.net

RÉGULATION TRANSCRIPTIONNELLE : DE LA FONCTION BIOLOGIQUE AUX MÉCANISMES, Institut Paris-Sud sur les Cytokines, hôpital Marie Lannelongue, salle René Sauvage, 133 Avenue de la Résistance, 92350 Le Plessis Robinson, 31 mai 2001.
Thèmes : rôle des facteurs Rel/NF-kB dans le développement et l'activation des lymphocytes T ; rôle de GATA-3 dans la différenciation Th1/Th2 ; cibles du récepteur nucléaire Nur77 au cours de la sélection négative thymique ; régulation des cytokines par la voie Jak/Stat ; régulation spatio-temporelle au cours du développement musculaire ; les récepteurs aux hormones stéroïdes : liaison à des éléments de réponse de type chevauchant, signalisation et pharmaco-toxicologie ; contrôle de l'expression de la Phospholipase A2 sécrétée dans le modèle inflammatoire de l'athérosclérose.
▲ Contact : Rose-Marie Delattre, ipsc.inserm@u-psud.fr - Tél. 01 45 37 48 78. Fax. 01 45 37 46 13.

LA SEMENCE DE QUALITÉ, un facteur de progrès durable, 26ème congrès de l'Ista (Association Internationale pour les Essais de Semences), 14-22 juin 2001.
▲ Contact : station nationale d'essais de semences du Gévès, Véronique Binoit. Tél. 02 41 22 58 03. Fax. 02 41 22 58 01 Mél. veronique.binoit@geves.fr.
L'Ista. Tél. 41 1 838 60 00. Fax. 41 1 838 60 01. Mél. ista.office@ista.ch.
web : www.seedtest.org. le centre de Congrès d'Angers. Tél. 02 41 96 32 32. Fax. 02 41 96 32 33.
Mél. ista@angerscongres.com.
web : www.angers-congres.com/ista

VITICULTURE, ŒNOLOGIE. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT VINICOLE ET GESTION. Université Internationale d'Été en Méditerranée, organisé par l'Institut supérieur de la Vigne et du Vin Montpellier, du 27 août au 8 septembre 2001.
▲ Contact : université internationale d'été en Méditerranée, 22 rue Antoine Marty 11020 Carcassonne cedex. Tél. 04 68 11 43 00. Fax. 04 68 72 60 22.

Éditer, lire

Revues

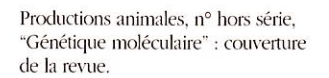
ARCHORALES INRA. LES MÉTIERS DE LA RECHERCHE. TÉMOIGNAGES, tome 5, janvier 2001, 212 p., responsable Denis Poupardin.
Ce tome propose les témoignages de Jacques Stockel, Jacques Horoyan, Paul Popescu, Éric Germain, Henri Audemard, Philippe Gouet, Jean Marrou, Pierre Marsal. Il comporte pour la première fois des photographies.
Les témoignages des tomes 1, 2, 3, et 4 sont consultables sur le serveur Inra : http://www.inra.fr/Intranet/produits/WEBTEXTO/DOCUM/index.html
(Voir la lettre de Denis Poupardin à la rubrique "Courrier" de ce numéro).

FaçSade, lettre du département Systèmes Agraires et Développement (SAD), n°7, juillet/septembre 2000, trimestriel, 4 pages.
Coordonner l'action collective au sein d'une filière de qualité. Contrats, prix et confiance organisationnelle.
Comment des fabricants de produits du terroir, souvent de petite taille et dispersés sur de vastes espaces géographiques, parviennent-ils à un accord sur les caractéristiques, les quantités et les prix des biens qu'ils désirent mettre sur le marché ? Dans le cas de l'Aoc Comté, le fonctionnement de la filière repose sur l'association de trois instruments de coordination : les contrats et les prix, fixés par un Dispositif de Gouvernance Local et la confiance organisationnelle, d'origine plus ancienne*. *André Torre et Eduardo Chia.*

LE COURRIER DE L'ENVIRONNEMENT DE L'INRA. Mission Environnement-Société, n°41, octobre 2000, 146 p., http://www.inra.fr/dpenv/pa.htm
L'exploitation agricole en perspective ; les boues d'épuration en agriculture ; bases écologiques de la protection des cultures.



Montage dessin : J. Veltz



Productions animales, n° hors série, "Génétique moléculaire" : couverture de la revue.

PRODUCTIONS ANIMALES. GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE : principes et application aux populations animales, hors série, octobre 2000, 262 p. 250 F. (38,11 €).

Avant-propos par Bernard Bibé, Philippe Mulsant, Pierre Sellier

extraits• "Au printemps 1988, le département de Génétique Animale de l'Inra avait organisé un séminaire interne consacré aux "bases techniques et approches de la génétique moléculaire". Cette discipline commençait alors à émerger. La PCR (Polymerase Chain Reaction), que l'on peut qualifier de technique de base de la génétique moléculaire, venait tout juste d'être mise au point. Les cartes génétiques animales d'intérêt agronomique étaient à peine ébauchées (au plus quelques dizaines de gènes sur le génome) et les premiers polymorphismes de l'ADN venaient d'être décelés. En une dizaine d'années, de discipline émergente, la génétique moléculaire est devenue une discipline en plein essor [...] le département de Génétique animale lui a consacré en septembre 1999 un nouveau séminaire. Ce séminaire de cinq jours a été particulièrement dense, à la mesure des avancées considérables réalisées récemment dans la connaissance des génomes des animaux de ferme [...] Le département a souhaité mettre à la disposition du plus grand nombre, notamment ses partenaires professionnels et ses collègues de l'enseignement, l'ensemble de ces informations qui, tout à la fois, rappellent les notions de base de génétique et font le point de ce que l'on sait aujourd'hui en ce domaine.

Ce numéro hors série comprend sept grands chapitres : les notions de base, les polymorphismes génétiques, la cartographie des génomes, la recherche de gènes associés à des fonctions, la transgenèse, la bioinformatique et l'utilisation des marqueurs génétiques. En une quarantaine d'articles, les chercheurs du département se sont efforcés de faire une mise au point aussi exhaustive que possible sur l'état des connaissances dans les domaines concernés, tout en veillant à donner une place importante aux applications que l'on peut attendre à court et moyen terme de ce nouveau savoir sur les génomes et des nouveaux savoir-faire qui en résultent [...]"

PRODUCTIONS ANIMALES, Inra Éditions, vol. 13, n°4, octobre 2000, 60 p., 100 F. (Abonnement 1 an/5 n°s : 400 F.) http://www.inra.fr/PA/index.htm

L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle : effets de l'exposition au chaud sur les caractéristiques de la prise alimentaire du porc à différents stades physiologiques ; la sous-alimentation chez les ruminants : ses effets sur la digestion ; bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises ; traçabilité individuelle des viandes bovines à l'aide de marqueurs génétiques.

CAHIERS D'ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES, Inra Éditions, 4ème trimestre 1999, n°53, 80 p., 140 F. le n° (Abonnement : 4 n°s : 400 F.)

Croissance de la productivité agricole et convergence entre les pays ; les entreprises peu intensives en R&D peuvent-elles bénéficier des externalités de la recherche publique ? Implications pour les politiques de soutien à l'innovation ; modélisation du régime de la Pac appliqué aux cultures arables en Italie : degré de découplage et impact de l'Agenda 2000 ; prévision à court terme du niveau des aquifères : le cas de la nappe de Beauce.

LE CAHIER DES TECHNIQUES DE L'INRA, bulletin de liaison interne, n°45, décembre 2000, 67 p.

Construction d'une chambre phytotronique de marquage isotopique double carbone/azote pour l'étude du fonctionnement des légumineuses : description et dispositif ; impact d'un changement d'échelle sur la mesure d'infradensité du bois de chêne ; amélioration du protocole d'extraction de la cellulose et de l'holocellulose du bois : vérification de l'absence d'un effet contaminant sur les valeurs de composition isotopique du carbone dans les cernes de bois ; méthode de digitalisation en 3 dimensions de l'architecture aérienne d'un peuplement prairial ; vérification et analyse préliminaire des données : utilisation raisonnée des tableurs ; une introduction à la méthodologie de Box et Jenkins : l'utilisation des modèles Arima avec Spss pour Windows liste : rica@listes.inra.fr

▲ Contact : Madeleine & Yves Bonnet. Tél. 04 67 57 65 27. Fax. 04 67 57 26 85.

INSECTES. Les cahiers de liaison de l'OPIE, 50 F. (7,62 €) (Abonnement de 4 n°s : 185 F. (28,21 €). http://www.inra.fr/OPIE-Insectes/pa.htm)

n°119, 4ème trimestre 2000, 39 p. : quelques expériences d'actographie ; *Bacillus Thuringiensis* sous le soleil mexicain ; florilège : Jean de la Fontaine ; l'origine des insectes ; les trésors de l'ambre ; le développement post-embryonnaire : mues et métamorphoses ; la neurogenèse dans le cerveau du Grillon domestique : la mue imaginale de la femelle ; *Oreophoetes peruana* et *Sphodromantis* sp. ; à la découverte de la faune entomologique guyanaise ; lettre aux virtuoses du pulvérisateur.

n° 120, 2001 : biologie de l'insecte : le doryphore, un ennemi fatigué ? ; les

insectes dans la tradition orale ; Victor Hugo ; entomologie urbaine (Paris) ; les insectes du cerisier ; le Bombyx de la ronce ; les péripates des curiosités zoologiques ; le museum d'histoire naturelle ; Réaumur ; un curieux petit insecte : *Gibbium psylloides*.

LA GARANCE VOYAGEUSE, revue du monde végétal, n°52, hiver 2000, 40 F. (6,10 €) le numéro, abonnement d'1 an (4 n°s : 130 F.). Mél. garance@wanadoo.fr
La mandragore ; l'achillée et le rite de l'envorne ; le mystère de l'amanite tue-mouches ; l'ergot de seigle ; croyances comestibles ; le trio infernal (jusquiame, belladone et dature) ; les plantes magiques dans l'Antiquité gréco-romaine ; plantes hallucinogènes et loi ; l'ivraie ; Teonanacatl et psilocybes ; plantes hallucinogènes inattendues.

AGRICULTURES. Cahiers d'études et de recherches francophones, Éditions John Libbey Eurotext, vol. 9, n°6, nov-déc. 2000, 75 p. 120 F. http://www.john-libbey-eurotext.fr
Production de fruits et d'embryons diploïdes par traitement à l'acide gibbérellique des inflorescences femelles non pollinisées chez le palmier dattier ; modélisation du tallage du blé semé à faible densité en climat semi-aride ; les ressources ligneuses du Macina et l'approvisionnement en bois de l'Office du Niger (Mali) ; automatisation d'un banc de répartition pour buses de pulvérisation ; production de blé dur en fonction de la variété et du régime hydrique en Tunisie ; flétrissement et pourriture racinaire de la lentille dans le nord-ouest algérien ; étude cytogénétique du triticale cv. Beagle.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES, "Sciences Humaines" n° hors série réalisé par le département des Sciences de l'homme et de la société du Cnrs, n°31, décembre 2000/janvier-février 2001, 66 p. 48 F.
Saisir le sens des choses du monde pour en rendre ensuite raison, tel est l'enjeu de la science, une formidable aventure intellectuelle qui mobilise l'humanité depuis la plus haute Antiquité. Comprendre les ressorts de la science suppose d'explorer à la fois son évolution, son organisation et ses démarches. Pour explorer l'histoire des sciences - depuis les civilisations babyloniennes, égyptiennes ou chinoises qui ont accumulé un immense savoir durant des millénaires jusqu'aux XIXe et XXe siècles qui ont vu les sciences se développer, se spécialiser et s'étendre à de nouveaux champs, ce numéro a choisi de privilégier trois grands axes : les grandes étapes de la science ; les communautés scientifiques ; les démarches de la science.
La première partie porte sur l'évolution des sciences à travers ses grandes étapes. Grâce au "miracle" grec, la science va se constituer à partir du VIème siècle avant notre ère sous les traits qu'on lui connaît en Occident ; penseurs et philosophes grecs (Archimède, Hippocrate, Euclide...) développent un mode de connaissance nouveau centré sur la recherche de la preuve et de la démonstration et inventent une façon différente de penser le monde dans laquelle quelques principes fixent l'ensemble des processus. À partir du VIIIème siècle, la recherche scientifique la plus avancée se fait en arabe ; entre le XIIème et le XVIème siècle, le monde arabe transmet à l'Europe une moisson de savoirs, certains hérités de l'Antiquité, d'autres relevant de leurs inventions : en mathématiques, en astronomie, en médecine notamment.
Une Europe savante va s'élaborer avec l'évolution des savoirs, du milieu du XVIIème à la fin du XVIIIème siècle, désignée sous le terme de "science classique", (Galilée, Descartes, Newton, Lavoisier...) les savants de cette révolution scientifique construisent une nouvelle représentation de l'univers qui s'appuie sur l'usage des mathématiques appliquées au mouvement des corps, observation (grâce à la lunette astronomique et au microscope) et l'expérimentation. Observer, mesurer, expliquer, prévoir... Aux XIXème et XXème siècles, les sciences se développent et se spécialisent, s'hybrident et s'étendent à de nouveaux champs : essor de la biologie, apparition des sciences humaines et sociales, constitution d'un système disciplinaire...
La deuxième partie, consacrée aux communautés scientifiques, souligne l'évolution mouvementée de la science, de l'esprit universaliste du XVIIIème siècle au scientifique contemporain lancé dans la course au brevet ; elle montre comment la sociologie des sciences étudie l'organisation des communautés scientifiques, les controverses entre chercheurs et les conditions de production des connaissances.
La dernière partie propose une enquête sur le métier de chercheur.

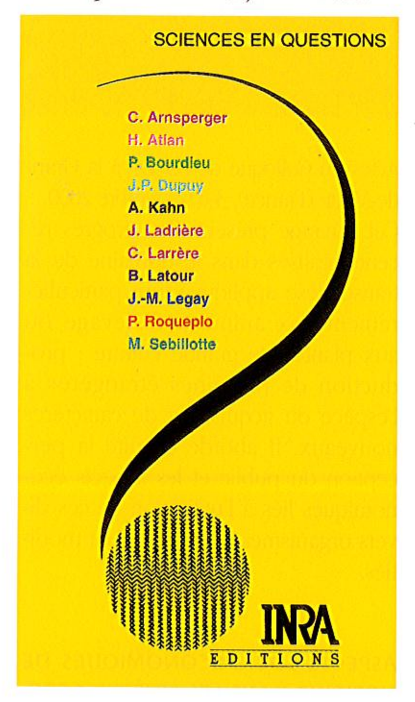
FUTURIBLES, n°262, mars 2001. Parmi les articles : Environnement et commerce international : le principe de précaution sur la ligne de fracture par Olivier Godard, p. 37-62. http//www.futuribles.com

L'ÉCHO-LIFE, la lettre de Life-Environnement en France est éditée uniquement sous format électronique par Adage Environnement, Bureau d'Assistance Technique de la Commission européenne Direction Générale de l'Environnement.
Depuis 1992, plus d'une centaine d'équipes françaises et près d'un millier d'équipes dans les quinze pays de l'Union européenne mènent à bien des projets soutenus par l'instrument Life-Environnement et mettent au point des techniques, des méthodes, des démarches qui améliorent notre environnement.
Mieux valoriser ces résultats, mieux diffuser ces acquis environnements, répondre à la volonté de dissémination inscrite comme un objectif du règlement Life ont conduit à proposer cette lettre d'information.
Cette lettre n'a pas vocation d'informer sur l'instrument Life mais sur les projets qui en sont bénéficiaires. Toutes les informations pratiques concernant le fonctionnement de l'instrument et le dépôt d'un dossier se trouvent sur le site de la Commission à : www.europa.eu.int./comm/life/home.htm.

▲ Contact : Adage Environnement. Bureau Assistance Technique. Life-Environnement, 4 bis, rue Poirier 94160 Saint-Mandé. Tél. 01 41 74 19 96. Fax. 01 41 74 19 95. life-environnement@noos.fr

Livres

LES SAVANTS CROIENT-ILS EN LEURS THÉORIES ? Une lecture philosophique de l'histoire des sciences cognitives, Jean-Pierre Dupuy, Inra Éditions, coll. Sciences en Questions, 2000, 135 p., 39 F. (5,95 €), texte développé à partir de la conférence-débat organisée par le groupe *Sciences en questions* du 15 janvier 2000.



L'émergence des sciences cognitives aura représenté l'une des aventures intellectuelles les plus stimulantes de la seconde moitié du XXème siècle. Dans leur empressement à faire table rase de ce qui s'est pensé avant elles, les sciences cognitives bousculent en effet allégrement les frontières entre disciplines, entre philosophie et sciences, entre sciences de la nature et sciences humaines, entre sciences et techniques. Jean-Pierre Dupuy qui en fut l'un des acteurs, porte un regard critique sur l'histoire de l'aventure cognitiviste, encore grosse de révolutions conceptuelles et techniques à venir, mais déjà lourde de conséquences pour l'image que nous nous faisons de nous-mêmes et de notre place dans la nature.

TROIS ESSAIS SUR L'ÉTHIQUE ÉCONOMIQUE ET SOCIALE, Christian Arnsperger, Catherine Larrère, Jean Ladrière, Inra Éditions, coll. Sciences en Questions, 2001, 215 p., 59 F. (9,99 €), conférences-débats organisée par le groupe *Ethos* de l'Inra, Le Croisic, 26-29 octobre 1999.

Christian Arnsperger brosse ici un panorama des fondements de l'éthique économique et sociale. Mettant à jour les ressorts enfouis des comportements humains, il ébauche ensuite une analyse inspirée du fonctionnement de la société économique moderne. Catherine Larrère, appuie sa réflexion sur l'étude des politiques de protection de l'environnement et de prévention des risques. Elle nous invite à replacer la nature comme médiatrice entre les deux ordres rivaux de l'éthique et de l'économie, pour en faire une demeure accueillante et durable. D'où vient l'inflation contemporaine de la demande d'éthique ? Jean Ladrière nous livre sa réponse dans un texte magistral : de l'inefficacité de nos normes usuelles face à l'artificialisation croissante du monde par la science et la technique. S'appuyant sur les acquis de la phénoménologie, le philosophe propose une démarche propre à lever cette indétermination éthique.

LE CENTRE DE COLMAR. Plaquette de présentation, mai 2000.

Le centre de Colmar est l'un des 21 centres régionaux de l'Inra. Il regroupe 113 personnes dont 35 chercheurs et ingénieurs.

Ses compétences scientifiques en agronomie, biologie du développement, entomologie, génétique et amélioration des plantes, pathologie végétale, œnologie s'appliquent essentiellement au thème de la vigne et du vin, les autres recherches portant sur l'environnement, les plantes médicinales et la vection des virus dans les plantes.

"Centre de recherches de Colmar"



Photo de couverture : ©INRA

Le centre de Colmar fait partie depuis 1994 du Biopôle, pôle colmarien de recherche, d'enseignement supérieur et de développement, orienté vers l'agriculture, la viticulture et l'environnement. Dans ce cadre, il est partenaire de l'université de Haute-Alsace et d'organismes de développement : Centre technique interprofessionnel de la vigne et du vin (Itv France), Institut transfrontalier d'application et de développement agronomique (Itada), Office national des forêts (Onf)...

Il a comme objectif l'étude de la typicité des vins de cépage d'Alsace, en prenant en compte la spécificité génétique de l'ensemble des organismes de l'écosystème (cépages, micro-organismes impliqués dans la fermentation et pathogènes), la spécificité de l'environnement et celle des techniques de vinification. Ces recherches s'inscrivent dans le projet de création à Colmar d'une Unité Mixte de Recherche (Umr) avec l'université Louis Pasteur de Strasbourg, reconnue comme pôle européen de biologie. Il développe également son partenariat avec l'Ensaia de Nancy dans le domaine de l'environnement et avec l'Institut de Biologie Moléculaire des Plantes (Ibmp) du Cnrs à Strasbourg.

7 fiches : présentation du centre, agriculture et environnement, biologie du développement de la vigne, génétique et amélioration des plantes, œnologie, vection et lutte intégrée, virologie.

▲ Contact : Pascale Zindy, Communication Colmar.

Comment vous procurer les ouvrages de la collection *Sciences en Questions* ?

- si vous êtes "Inra", il est gratuit : demandez-les au responsable formation ou communication de votre centre
- si vous êtes "extérieur", vous pouvez les acheter auprès du responsable communication d'un centre Inra, aux Éditions Inra-Versailles (+20 F. de frais de port) ou à la salle d'actualité Inra-Paris.

Les poules. Diversité génétique visible : race Nègre soie.


Photo : J. Weber

INTERACTIONS PESTICIDES/SOLS, Juan Cornejo, Paul Jamet coord., Inra Éditions, coll. "Techniques et pratiques", ouvrage en anglais, 2000, 490 p., 530 F, (80,80 €).
Cet ouvrage collectif étudie une cinquantaine de techniques développées et mises en œuvre dans des laboratoires de recherche en Europe pour étudier les interactions pesticides/sols.

GÉNÉTIQUE QUANTITATIVE ET MÉTHODES DE SÉLECTION : bilan et perspectives, A. Gallais, C. Dillmann, I. Goldringer, coord., Inra Éd., ouvrage en anglais, Paris, 30-31 août-1er septembre 2000, Inra Éd., 332 p., 230 F (35,06 €).
Cet ouvrage rassemble les communications présentées à la 11ème réunion de la section Eucarpia "Biométrie et méthodes de sélection" : apport de la génétique quantitative à la compréhension de la variation génétique des caractères complexes ; nouvelles voies pour la génétique quantitative ; génétique quantitative et méthodes de sélection ; la sélection assistée par marqueurs ; la génétique quantitative dans la gestion des ressources génétiques.

LES POULES. Diversité génétique visible, G. Coquerelle, Inra Éd. 2000, 184 p., 340 F. (51,83 €).
Un siècle après les premiers travaux de génétique animale de Bateson, l'ouvrage très illustré, fait le point sur la génétique mendélienne et sur l'hérédité des caractères visibles de la poule.
Il propose des formules pour les génotypes des races françaises de volailles dans leurs différentes variétés reconnues par les standards.

LES PUCERONS DES PLANTES CULTIVÉES : clefs d'identification 3. Cultures fruitières, F. Leclant, coéd. Inra-Acta 2000, 128 p., 60 F (9,15 €).
Cet ouvrage est consacré à l'identification des pucerons des cultures fruitières. Il s'agit de clefs dichotomiques basées sur des caractères morphologiques simples, tels que couleur, pigmentation, forme, taille, caractères le plus souvent observables à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe, complétés souvent par des caractéristiques biologiques ou comportementales. De nombreux dessins au trait et des indices de fréquence viennent conforter la détermination.

TRUFFES D'EUROPE ET DE CHINE, L. et G. Riousset, G. Chevalier, M.-C. Bardet, Inra Éd., 2001, 184 p., 295 F (44,97 €).
En France, le terme "truffe" a longtemps été synonyme de "truffe du Périgord". Les autres espèces, dont certaines présentent un intérêt gastronomique indéniable, ont été négligées.
L'ouvrage vise à une meilleure connaissance de ces espèces. À la fois atlas photographique, livre d'initiation à la découverte de l'environnement des truffes, livre didactique destiné au contrôle et à l'expertise, il traite de 29 *taxa* de truffes, appartenant à 26 espèces (essentiellement d'Europe et 2 espèces de Chine). L'écologie des différentes espèces est également abordée.

MOLECULAR FARMING, J.P. Toutant J.P., E. Balazs ed., ouvrage en anglais, Inra Éd., 2001, 332 p. 290 F. (44,21 €). Actes du Colloque de l'OCDE à la Grande-Motte (France), 3-6 septembre 2000.
Cet ouvrage présente les progrès récents réalisés dans le domaine de la transgenèse appliquée tout particulièrement aux animaux d'élevage ou aux plantes de grande culture : production de protéines étrangères à l'espèce ou acquisition de caractères nouveaux. Il aborde ensuite la perception du public et les aspects économiques liés à l'utilisation de ces divers organismes génétiquement modifiés.

ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DE L'ORIGINE DANS LES FILIÈRES AGRO-ALIMENTAIRES : territoires, coordination et institutions, 67ème AEEA. Le Mans, 28-30 octobre 1999 par B. Sylvander, D. Barjolle, F. Arfini, coord., ouvrage bilingue, Inra Éd., 2 tomes, 2000, n°17, 855 p., 380 F. (57,93 €).

INTUITIONS DE GÉNIE. Images et créativité dans les sciences et les arts, Arthur L. Miller, Éd. Flammarion, nouvelle bibliothèque scientifique, 2000.
Cet ouvrage explore la manière dont les artistes et les scientifiques vont à la recherche d'une représentation visuel-

le du monde. Penser par images, se fier à son intuition, avoir recours aux métaphores, tenter de rendre visible l'invisible sont autant d'éléments qui structurent la démarche artistique et scientifique. Au cours de notre histoire, nombreux sont les artistes et les scientifiques de génie qui par le jeu de leur imaginaire ont réalisé des avancées considérables dans leurs domaines respectifs et nous ont permis de voir différemment le monde en faisant fi du bon sens derrière lequel se masque souvent la réalité.

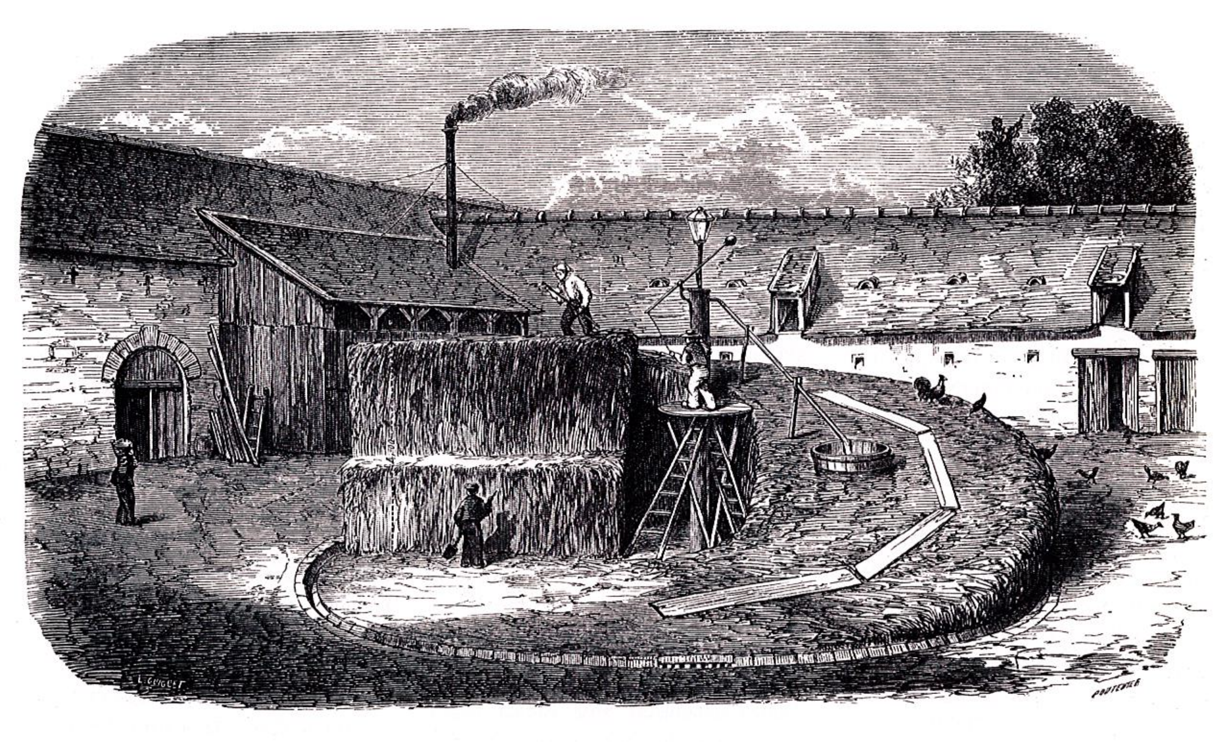
JOURS APRÈS JOURS, LES AVENTURIERS DU SAVOIR, dirigé par Jean-François Sabouret et Paul Caro, Éd. Autrement, 216 p., 2000, 89 F.
Ce livre, préfacé par Geneviève Berger, directrice générale du Cnrs, est écrit par des chercheurs : interviews, récits, vie quotidienne faite de détails, de patience, de triomphes minuscules ou clinquants.

SCIENCE MYTHES ET RELIGIONS EN EUROPE, actes du colloque organisé par l'Association Diderot les 14 et 15 octobre 1997 à l'abbaye de Royaumont, qui viennent d'être publiés par la Commission Européenne, 2000.
Ces journées ont réuni une quinzaine de chercheurs de renommée mondiale qui, comme l'indique Dominique Lecourt dans sa préface, sont intervenus sur un thème qu'impose l'actualité des débats sur la science et qui met en jeu, dans ses profondeurs, la tradition européenne de la pensée. Ces journées ont permis d'aborder la question des rapports de la rationalité avec les diverses croyances porteuses des interrogations et des angoisses de l'humanité considérant que la science ne se développe pas dans un champ clos et protégé.

UNE MENACE POUR LE LIEN SOCIAL ? Philippe Breton, Éd. La Découverte, 2000.
Ce livre dénonce avec force, non pas l'outil performant qu'est devenu Internet, mais l'idéologie qui l'accompagne et qui prétend transformer le monde via le tout-Internet. La religion de la transparence absolue, l'utopie d'un monde sans contrainte institutionnelle, préfiguration d'une cyberdémocratie idéale, cachent de nombreux pièges qui peuvent de fait conduire au nivellement de la pensée. Le rapport informatique à l'autre, qui est une relation choisie, refuse toute confrontation réelle passant nécessairement par la rencontre physique et l'intervention de médiateurs. Ce type de dialogue sans risque peut paradoxalement favoriser un enfermement individuel. Et puis il ne faut pas oublier la prégnance du contexte marchand dans lequel la société dite de communication se développe.

LES RAVAGEURS DE LA VIGNE, ouvrage collectif Élisabeth Boudon-Padieu, Daniel Esmenjaud, Serge Kreiter, Roger Roehrich, René Sforza, Jacques Stockel, Maarten Van Helden, ouvrage collectif rédigé sous la direction de Jacques Stockel Inra Bordeaux, Éd. Féret, cahier de 32 pages avec plus de 100 photographies couleur, 2000, 190 F.
Afin de réduire les délais d'édition et par souci d'offrir au lecteur les connaissances les plus complètes et les plus récentes sur chaque ravageur présenté, la rédaction de chaque chapitre a été confiée, selon une démarche commune, à des chercheurs spécialistes confirmés des différentes espèces. Il aborde ainsi l'étude des principaux ravageurs de la vigne en Europe sous les trois aspects complémentaires de la connaissance de leur biologie, de la prévision des risques de nuisibilité et de la lutte raisonnée.
Pour faciliter la lecture et la compréhension du texte, ont été rassemblés à la fin du livre, dans un glossaire, tous les termes ou expressions spécifiques utilisés par les différents auteurs.

LA FRANCE ET SES PAYSANS. Une histoire du monde rural au XXᵉ siècle, Pierre Miquel, Éd. de l'Archipel, 2001, 352 p., 139 F.
1900-2000 : cent ans de survie pour les paysans de France. Un siècle de combats incessants pour maintenir sur les terres ceux qui en tirent les richesses depuis qu'il existe une France, depuis mille ans. Un long calvaire pour la plupart d'entre eux, contraints d'abandonner la ferme et les troupeaux pour chercher fortune ailleurs, à la ville et dans ses banlieues, dans les bourgs rénovés, pour la plupart dans les emplois salariés, pour certains dans l'exode à l'étranger. Les agriculteurs, qui se placent, par leur production, au deuxième rang des exportations françaises, sont une catégorie sociale en voie d'extinction, comme si la terre n'avait plus besoin d'eux pour offrir ses richesses, comme s'ils étaient de trop.
Après la longue dépréciation des années de guerre et d'après-guerre, l'image du paysan s'est revalorisée. Il a jeté aux orties la panoplie des valeurs traditionnelles et trouvé dans le constructivisme économique des valeurs réalistes. Moins nombreux sur les terres mais devenus des techniciens, assurés de vastes débouchés, sensibles aux crises et au poids fluctuant des intérêts de l'argent, les paysans constituent une des rares catégories de Français capables d'assumer eux-mêmes, en toute indépendance, leur destin. L'avenir de l'agriculture dépend d'eux plus que jamais. Pour autant, le modernisme a-t-il apporté une solution miracle aux problèmes de la terre ?
Le XXᵉ siècle aura été, pour l'agriculture française, celui de tous les défis. Aujourd'hui moins nombreux, mais plus résolus, les paysans de France sont aussi divers qu'ils pouvaient l'être au début du XXᵉ siècle. Ils ont laissé intacte la capacité de développement de l'agriculture dans un cadre singulièrement élargi par l'ouverture à l'Europe et au monde. Mais à quel prix et à quelles fins ? Qu'adviendra-t-il de leur culture, de leur savoir, de ce courage qui ont fait l'histoire de notre pays ? Les paysans ont-ils encore vocation à demeurer les "jardiniers" du paysage français et les gardiens de nos terroirs ?
De la fièvre aphteuse à la crise de la vache folle, et de l'agriculture raisonnable à l'agriculture raisonnée, Pierre Miquel dresse le tableau d'un siècle de vie rurale en France. Il raconte



Cour de ferme avec plate-forme à fumier convexe : l'inclinaison des plans est dirigée de la partie centrale vers les bords, le long desquels une rigole est destinée à recueillir le purin et à le conduire à la citerne. Journal d'Agriculture pratique, Paris, Librairie agricole de la Maison Rustique, 1898.

l'épopée de ces hommes et de ces femmes, qui ont fait de notre pays l'une des premières puissances agricoles au monde, dans le respect de ses traditions.

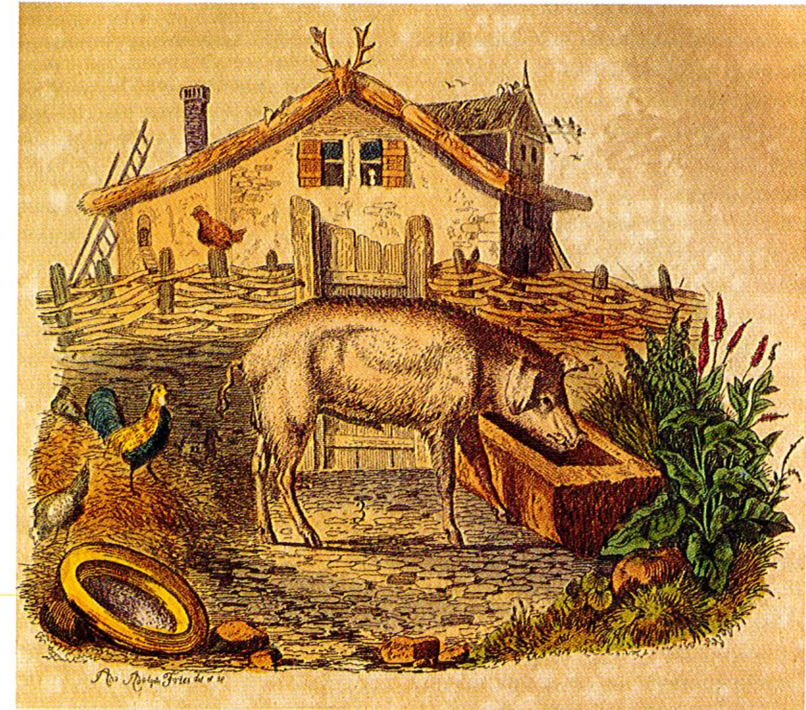
L'ARCHIPEL PAYSAN. La fin de la République agricole, Bertrand Hervieu, Jean Viard, Éd. de l'Aube, 2001, 125 p., 89 F. (13,57 €).

Après *Au bonheur des campagnes,* qui analysait les nouveaux désirs de campagne, les auteurs nous entraînent ici dans le dernier carré des hommes de la terre, au cœur de la ferme et du village. On y découvre un monde en changement, largement entré en urbanité, souvent inquiet de l'avenir, mais fidèle à ses valeurs et à ses institutions. Forte de ses douze mille maires et de sa place politique centrale dans le modèle républicain français, cette ancienne classe majoritaire reste une minorité puissante et nécessaire bien au-delà des questions alimentaires. Un avenir de la paysannerie n'est plus du côté de la république des propriétaires, elle se cherche un destin, plutôt tourné vers le paysage, à travers une culture des terroirs et des produits d'origine. Une mutation difficile et passionnante à l'œuvre sous nos yeux.

HISTOIRE DE L'AGRONOMIE EN FRANCE, Jean Boulaine, nouvelle édition augmentée, 2e éd., Éd. Tec&Doc Lavoisier, 1996, illustrée, 448 p., 16x24, relié, 420 F.

La rareté des écrits sur les activités et les théories agricoles passées rendaient difficile la réalisation d'une histoire de l'agronomie française. Fruit de recherches minutieuses, cet ouvrage constitua donc un événement lors de sa parution et connut un succès immédiat.

Ce livre relate 10 000 ans d'évolution et souligne les traits majeurs de l'histoire agronomique de la France : mise en valeur progressive des sols et dé-



Cochon domestique. Dictionnaire pittoresque d'Histoire Naturelle et des phénomènes de la nature sous la direction d'E. Guérin, Paris, 1835, tome deuxième.

frichements successifs du pays, crise des rendements céréaliers du haut Moyen Age, impossibilité pour l'agriculture classique de nourrir correctement la population, épuisement inexorable des sols et résolution de ces problèmes depuis la fin du XIXe siècle. La seconde édition comporte plusieurs textes nouveaux sur les femmes et l'agronomie, les militaires "soldats-laboureurs", les agronomes du milieu du XVIIe siècle, les jardiniers et les paysagistes, ainsi que sur la seconde révolution agronomique du Second Empire. L'histoire de la fertilisation a été complétée et les statistiques ont pour la plupart été mises à jour. Cet ouvrage est complété par les biographies des principaux agronomes français, des textes originaux, des tableaux de données synthétiques, des cartes et des reproductions de documents significatifs. Deux index et des tables en facilitent la consultation. Tous ceux qui s'intéressent au monde rural y puiseront des données inédites et des éléments de réflexion indispensables pour appréhender le futur sans omettre les difficultés des pays qui, aujourd'hui encore, n'ont pas gagné leur course contre la faim.

(Voir aussi dans ce numéro la rubrique "Histoire & Recherche", "L'histoire agricole de la France" du même auteur).

RÉAUMUR. Histoire des insectes, extraits choisis dans "Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes" par Vincent Albouy, Éd. Jérôme Millon (Grenoble), 2001, 416 p., 98 F. www.millon.com

De l'histoire des insectes en général et des vues selon lesquelles on se propose de la traiter dans cet ouvrage ; des arpenteuses à douze jambes, ou des chenilles qui ont fait de grands désordres en 1735 dans les légumes du Royaume ; histoire des pucerons et addition à l'histoire des pucerons sur la manière dont ils se multiplient ; histoire des cousins ; histoire des mouches de Saint Marc ; histoire des bourdons velus, dont les nids sont de mousse ; histoire des Formica-leo des mouches appelées éphémères ; histoire des Guêpes (extrait des *Histoires de l'Académie des Sciences* de 1719).

LES "ARCHIVES ORALES". Rôle et statut, avis et rapports du Conseil économique et social, Éd. des Journaux Officiels, avis présenté par Georgette Elgey, 2001, 78 p., 26F.20, (3,99 €).

Avis adopté par le conseil économique et social le 10 janvier 2001 ; *les archives orales, une appellation impropre* ; *les pratiques étrangères* : les pôles de recherche : les élites et la prise de décision en matière politique/l'écoute des minorités : une possible contre-culture ?/entre histoire et mémoire, les conflits ; conditions de recueil, de conservation, de communication et de valorisation ; *le paysage français* : une extrême variété ; témoignages d'initiative : la présidence de la République, le ministère de la Culture et de la Communication ; les deux ministères dont la direction des Archives n'est pas sous la tutelle du ministère de la Culture et de la Communication ; les Comités d'histoire au sein des administrations et entreprises publiques ; le monde universitaire ; témoignages d'initiative syndicale professionnelle, associative, individuelle : les syndicats ; les entreprises ; les associations et fondations ; les citoyens. Conditions de recueil, de conservation, de communication et de valorisation. *Les préconisations du conseil économique et social* : définir les témoignages oraux couramment appelés archives orales ; définir le caractère scientifique de la collecte ; inscrire dans la loi les témoignages oraux ; des conditions de conservation à respecter ; faciliter l'accès aux collections, autrement dit les "valoriser" ; mettre en place un Comité scientifique ; accorder des moyens budgétaires indispensables ; promouvoir une politique volontariste et raisonnée des témoignages oraux. **Annexe** 1 : l'histoire orale dans l'armée américaine, histoire et pratique (1943-2000). **Annexe** 2 : rapport sur la conservation des archives sonores et audiovisuelles dans les archives territoriales.

DIVERSIFICATION EN CULTURE DE FLEURS COUPÉES, 23 fiches couleur, Astredhor, 2001, 200 F. (remise de 35% pour les adhérents d'une station membre de l'Astredhor) + 21 F de frais de port.

Des références techniques indispensables, de la multiplication à la vente, à l'attention des producteurs, techniciens, conseillers horticoles, étudiants et enseignants.

Une série de 23 fiches : agapanthe, agératum, anémone, arum, carthame, célosie, chou d'ornement, cyclamen, dahlia, delphinium vivace, giroflée, godétia, lisianthus, matricaire, pivoine, reine-marguerite, renoncule, rose d'Inde, sédum, souci, tournesol ornemental, trachélium, véronique ; descriptif général de la plante, cultivars, exigences naturelles de la plante, multiplication, calendrier de culture, techniques culturales (plantation, fertilisation et irrigation, conduite de la plante, gestion du climat, désherbage), ravageurs, maladies et moyens de lutte, accidents de culture, récolte.

Logiciels

Un logiciel pour les demandes de tirés à part

Les "Current Contents" sont très utilisés par les chercheurs de l'Inra pour leur veille bibliographique. Ils utilisent également divers logiciels pour gérer leur base de bibliographie.

Le logiciel présenté ici, nommé "Rapwin 2000", est destiné à réaliser directement des demandes de tirés à part à partir de divers formats bibliographiques. L'objet de cet article est de le faire découvrir à ceux qui pourraient l'utiliser et ignorent encore son existence.

La première version de ce programme date de 1989. Il a été créé à partir d'une constatation simple : les chercheurs perdaient leur temps à recopier des références bibliographiques pour

faire des demandes de tirés à part alors que ces données existaient sous forme de fichiers. Cette première version reprenait donc des fichiers créés par les "Current Contents" pour réaliser directement les demandes. Utilisé tout d'abord au sein du laboratoire, ce logiciel a essaimé au centre de Dijon, vers d'autres centres Inra, puis différents instituts de recherche ou écoles (Cnrs, Ifremer, Ina, universités...).

• Ses fonctions

La base du fonctionnement du logiciel est la reprise des fichiers bibliographiques pour éditer des demandes de tiré à part sur simple papier A4. Créé à l'origine pour les "Current Contents", il reprend de nombreux formats générés par cette application : Plain Texte créé par les "Current Contents" MS-DOS ou Windows ; Pro cite ; Sci mate ; Reference Manager ; Dialog Medline.

Au fil du temps et des besoins, de nouveaux formats sont venus s'ajouter : Request a Print créé par les "Current Contents" Connect ; base de données OVID (accessible sur l'intranet Inra).

• Son utilisation

Elle est très simple et il existe de nombreuses options pour configurer vos demandes (position de la fenêtre d'adresse, choix de la police, marge, options spécifiques au logiciel...). Il est possible de l'utiliser à plusieurs sur le même poste de travail en créant des répertoires utilisateurs. L'Inra recevant des chercheurs et étudiants étrangers, le logiciel peut fonctionner en trois langues, français par défaut, anglais et espagnol. Il dispose d'une aide en ligne également dans ces trois langues. Pour les réfractaires à l'aide en ligne un manuel est également disponible sous Word 97.

Il fonctionne sous Windows 95, 98, Millennium, NT et 2000. Il existe encore une ancienne version sous Windows 3.1 qui n'a pas évolué depuis longtemps mais qui est toujours disponible.

• Comment l'obtenir ?

Ce logiciel est gratuit et disponible en intranet à partir de la fiche descriptive de la DIC à l'URL : http://granit.jouy.inra.fr/Intranet/Directions/DIC/SERVIST/FICHES/rapwin2.htm. Vous aurez alors accès à la dernière version du logiciel, à sa présentation multimédia et à l'ancienne version sur Windows 3.1. Le logiciel s'installe très simplement en s'auto-décompressant, puis en lançant l'utilitaire d'installation.

Il vous est demandé de vous inscrire auprès de l'auteur afin de recevoir directement les mises à jour. Les personnes n'appartenant pas à l'intranet Inra peuvent l'obtenir en me contactant directement.

Jacques Maratray, Dijon *

▲ Contact : Jacques Maratray UMRA-PPB, 17 rue Sully 21065 Dijon cedex. Tél. 03 80 69 30 67. Fax. 03 80 69 32 29. Mél Jacques.Maratray@dijon.inra.fr
URL http://www.inra.fr/Internet/Centres/Dijon/biotec/ppbfr.htm

* Je remercie les différentes personnes qui à un moment ou à un autre ont collaboré à faire évoluer ce logiciel et à le tester, en particulier Claude Avisse, Carole Giansily, Maryvonne Loir et Patrick Sauvant.

Internet

e-fonctionnaires.com.

Le Portail des fonctionnaires sur le net

Depuis le 8 juin 2000, les fonctionnaires ont leur propre portail sur internet. "e-fonctionnaires.com" offre l'accès à des centaines de liens utiles qui facilitent la réalisation des missions quotidiennes des fonctionnaires et s'ouvre sur l'ensemble des prestations des mutuelles de la fonction publique.

"e-fonctionnaires.com" est lancé par la Mutualité Fonction Publique, fédération de 29 mutuelles et unions de mutuelles de fonctionnaires représentant 4,5 millions d'adhérents et 9 millions de bénéficiaires. L'objectif de la MFP est de fédérer autour de ce site tous les acteurs concernés en créant le portail de référence pour la fonction publique, un site communautaire pour tous les fonctionnaires en ligne. Tous les jours, le site permet de découvrir une sélection de dépêches AFP, des dossiers d'informations sur des sujets d'actualité, l'agenda des principaux événements de la fonction publique... Il donne accès à des sites qui facilitent la réalisation de ses missions : préparation à ses déplacements, données publiques, textes juridiques, concours administratifs...

Autres services : les prestations proposées par les mutuelles de la fonction publique (mutuelles, établissements hospitaliers conventionnés, œuvres sociales...) et par les partenaires de l'économie sociale (banques, complémentaires retraites...), notamment consulter ses remboursements de soins.

Le site est destiné à évoluer avec la participation des premiers internautes pour répondre au plus près à leurs besoins. La nouvelle version du site est prévue pour juin 2001.

"e-fonctionnaires.com" lance sa lettre d'information "Agora Fil"

Depuis le 28 août 2000, le portail Internet "e-fonctionnaires.com" propose aux fonctionnaires un rendez-vous hebdomadaire : "Agora Fil", la lettre des acteurs de la place publique. L'ambition du portail est de faciliter l'accès aux ressources de l'Internet pour les fonctionnaires en leur proposant un choix de plus de 400 liens.

Le portail guide le fonctionnaire sur Internet au travers d'une sélection de sites classés par thème. L'espace "votre carrière" permet d'accéder à des informations sur les formations, le statut, les concours, les offres d'emploi et les organisations syndicales. L'espace "vous informer" donne accès à l'actualité de la fonction publique avec l'AFP, à l'agenda du jour et à une large sélection de sites d'organismes publics et des médias. Le portail répertorie enfin les contacts de mutuelles ou d'organismes proposant des services ou produits destinés aux fonctionnaires. ■

INRA Partenaire

Partenariat socio-économique

Une retombée des recherches sur le génome des animaux d'élevage : la traçabilité de la viande par l'ADN

La construction des cartes génétiques des principales espèces d'animaux d'élevage a fait de grands progrès ces dernières années ; l'Inra y a fortement contribué avec ses équipes du département de Génétique animale. Au moment où l'Inra accentue ses efforts dans la connaissance du génome des animaux, il nous a paru important de témoigner des retombées pratiques de ces recherches, obtenues grâce à de nouveaux partenariats. Ces retombées répondent aux attentes de la société en termes de qualité et de sécurité tout en permettant de développer des systèmes de production économiquement viables prenant en compte la gestion du territoire et de l'environnement.


Photo : B. Nicolas

Labogena, technicien chargeant un gel sur le séquenceur d'ADN.

La **cartographie** ou balisage **du génome** est le premier outil nécessaire pour comprendre et mieux gérer la variabilité génétique de caractères d'intérêt pour l'ensemble d'une filière animale. Ce balisage repose sur la détection de portions d'ADN (marqueurs) fortement polymorphes (variations entre individus) et facilement analysables au sein des populations animales. Ce repérage des zones où s'expriment des gènes responsables de la variabilité des caractères d'intérêt permet d'augmenter l'efficacité de la sélection.

Le **polymorphisme des marqueurs** bien répartis sur les chromosomes a ouvert d'autres pistes intéressantes : c'est un outil d'identification très puissant et infalsifiable. En effet, l'ADN d'un individu est unique par la combinaison des éléments qui le composent et il se trouve dans tous les tissus. Pour chacun de ses gènes, à l'exception de ceux portés par les chromosomes sexuels, un individu reçoit une copie venant de son père et une de sa mère. L'analyse comparée de son ADN avec celui d'un autre individu va donc permettre d'approcher statistiquement leur degré de parenté.

De ces deux notions, **unicité et ressemblance**, ont découlé des méthodes pour :

- évaluer la diversité génétique intra et entre races,
- accroître l'efficacité des contrôles de filiation qui garantissent l'exactitude des liens de parenté (père-mère-produit),
- garantir l'identification des animaux et la traçabilité des produits qui en sont dérivés.

Une telle approche est apparue aux chercheurs de l'Inra très prometteuse pour accompagner les investissements réalisés dans la **filière bovine** en matière d'**identification des animaux et de traçabilité des produits carnés.** L'exigence de qualité pour les outils de traçabilité est en effet très forte dans la démarche des pouvoirs publics mais aussi dans celle des producteurs, des abatteurs-transformateurs et des distributeurs.

La traçabilité de la viande est assurée aujourd'hui, grâce à des enregistrements documentaires réalisés à chaque maillon de la chaîne :

- chez l'éleveur, tous les animaux doivent obligatoirement porter une boucle d'identification individuelle. Les informations sur leur filiation, les conditions d'élevage et les traitements vétérinaires sont repris sur les documents d'accompagnement et les registres d'élevage
- l'abatteur dispose des informations précédentes et attribue des numéros de lots aux pièces de viande

Lermave
Depuis la rédaction de l'article sur le Lermave en 2000 (*Inra mensuel* n°108), le laboratoire a changé de statut. Il est devenu depuis le 1er Janvier 2001 une unité expérimentale de type II et porte désormais le nom suivant : **Unité de service et de recherche en analyses végétales et environnementales (USRAVE)**

[1] M. San Christobal-Gaudy, Inra Prod. Anim., 2000,13 (4), 269-276.

[2] **Le veau d'Aveyron et du Ségala**
C'est un veau allaité par sa mère et nourri en complément avec des céréales. Ce mode d'alimentation est contrôlé par un organisme certificateur indépendant (Qualisud).
Sa mère reçoit une alimentation traditionnelle exclusivement d'origine végétale, minérale et vitaminique, selon un cahier des charges défini par les éleveurs de veaux d'Aveyron. En période estivale, les mères sont conduites aux prés chaque jour.
Les veaux sont élevés sur la paille dans des étables spacieuses. Les traitements vétérinaires réalisés uniquement sur prescription vétérinaire sont limités à ceux nécessaires au maintien en bonne santé des animaux. Les activateurs de croissance sont formellement prohibés.
"Le veau d'Aveyron et du Ségala" concerne 800 éleveurs engagés dans une démarche qualité sur une production traditionnelle officiellement reconnue par le Label Rouge et protégée par une Igp (Indication Géographique Protégée) sur un terroir de quatre départements : Aveyron, Lot, Tarn et Tarn-et-Garonne.
Dès la naissance, chaque veau est identifié de façon spécifique puisqu'un numéro officiel et une boucle verte apposée sur son oreille garantissent son origine et son mode d'élevage.
A chaque étape de la filière, les animaux et les pièces de viande sont identifiés.
De plus, des contrôles sont effectués par un organisme indépendant aux différents stades de la filière. Chaque carcasse reçue dans le circuit de distribution est accompagnée d'un certificat de garantie et d'origine numéroté.
La SA 4 R: 500 de ces éleveurs se sont réunis pour réaliser un partenariat exemplaire avec un industriel -Bigard- à la pointe du progrès et un distributeur -Auchan- soucieux des valeurs traditionnelles de l'élevage et à l'écoute de ses clients. 8600 veaux ont été commercialisés en 2000 dans le respect des règles.

• le distributeur conserve les informations fournies par l'abatteur et assure la continuité de la traçabilité en identifiant chaque lot de produits.

La traçabilité par l'ADN complète la traçabilité documentaire en apportant des preuves biologiques irréfutables sur l'origine de l'animal. En effet le système d'enregistrement est fiable mais n'est pas à l'abri de dysfonctionnements. Cette méthode, décrite plus loin, a été mise au point par l'Inra et développée par Labogena (Laboratoire d'analyses génétiques pour les espèces animales, Jouy-en-Josas).

Cette démarche a été soutenue financièrement à l'origine par l'Interbev (Association Nationale Interprofessionnelle du Bétail et des Viandes) et le Civ (Centre d'Informations sur la Viande). La détermination des intervenants d'une filière de production de viande de qualité sous Label Rouge pour mettre en place ce test ADN en partenariat avec l'Inra et le Gie Labogena, leur a permis de **se doter d'un outil très puissant d'évaluation des procédures de traçabilité**.

Ce partenariat élargi avec l'Inra ouvre de larges perspectives intéressantes :
• pour perfectionner les méthodes d'analyse du polymorphisme, rechercher de nouveaux types de marqueurs et permettre le développement de tests rapides, fiables et au prix le plus juste
• pour disposer de références sur la logistique à mettre en place pour gérer les échantillons biologiques nécessaires aux tests
• pour articuler ces données moléculaires avec les systèmes modernes d'information gérant "l'état civil" et les contrôles de performances des bovins.

Le contrôle par l'ADN de la traçabilité de la viande

• **Le postulat de départ : on peut identifier un individu par son ADN**
Chaque individu est unique au plan génétique, à l'exclusion des vrais jumeaux. Cette individualité est obtenue par le brassage des chromosomes au moment de la reproduction. Si ces différences entre individus sur des gènes codant pour des caractères visibles - couleur des yeux, des cheveux - sont bien connues, tel n'était pas le cas pour les régions des chromosomes ne servant pas directement à coder des protéines. En combinant toutes les différences sur l'ensemble du génome, on arrive à des milliards de milliards de combinaisons possibles. C'est cela qui engendre l'unicité d'un être vivant qui ne peut avoir de copie identique ni dans l'espace, ni dans le temps.

Pour définir un test d'identification reposant sur le polymorphisme de l'ADN, **il faut repérer des régions du génome, variables d'un individu à l'autre**. Pour des raisons économiques, on choisit des zones ou "marqueurs" déjà connus ou utilisés à des fins de recherche, par exemple. Jusque dans les années 1980, les seuls marqueurs utilisables chez les mammifères correspondaient à des molécules exprimées, faciles à analyser, souvent des protéines. Les groupes sanguins ont ainsi été très utilisés pour leur nombre et leur polymorphisme. Cependant, l'utilisation de ce type de marqueurs restait limitée à l'homme ou à l'animal vivant.

Aujourd'hui, l'identification se développe sur de nouvelles bases. De "nouveaux marqueurs" sont devenus accessibles grâce aux progrès de la technologie et de la robotique, en particulier la mise au point de la technique d'amplification de l'ADN en laboratoire (PCR) et le séquençage automatique de l'ADN. Ce sont des segments de chromosomes qui peuvent présenter diverses formes (variations) dans la population. Le nombre et la fréquence de ces formes sont différents selon le marqueur considéré et la population concernée.
Les marqueurs les plus utilisés depuis dix ans sont les microsatellites, sortes de bégaiement de l'ADN. C'est un motif plus ou moins répété pour une région microsatellite donnée dont on observe les différences (taille des fragments analysés) entre individus d'une même espèce. Leurs caractéristiques sont bien connues pour de nombreuses espèces. Ils sont ubiquistes et, bien que l'on ne connaisse pas leur rôle au sein du génome, ils servent de balise pour la caractérisation génétique d'espèces aussi bien végétales qu'animales jusqu'à l'homme.
Les marqueurs de type microsatellite présentent l'intérêt d'avoir souvent un fort polymorphisme. Un individu possède deux copies de chaque marqueur, l'une transmise par son père et l'autre par sa mère. Ces deux copies déterminent son génotype pour ce marqueur. Si l'on analyse plusieurs régions, la combinaison des paires de copies détectées permet de déterminer le génotype propre à chaque individu pour ces marqueurs et donc de le caractériser, **c'est ce que l'on appelle son empreinte génétique**.

• **Le développement de la méthode : une démarche rigoureuse menée en partenariat**
Première étape : **la sélection des microsatellites à analyser** parmi ceux qui sont connus et utilisés dans les programmes de recherche sur le génome des bovins, la biodiversité ou dans le cadre d'échanges internationaux.
On a ensuite vérifié la qualité technique et le polymorphisme des marqueurs retenus, dénombré et codifié les formes par région étudiée avant, pour finir, de s'assurer de leur capacité à être utilisées dans des processus d'analyses à haut débit.

Deuxième étape : **la validation de la méthode d'identification individuelle** sur des animaux et de la viande [1].
Pour cela, plusieurs critères devaient être remplis :
• *la fiabilité* c'est-à-dire la recherche du nombre d'erreurs rencontrées et l'impact sur les résultats. La méthode s'est avérée parfaitement fiable,
• *une efficacité optimale au moindre coût*. Nous avons recherché le nombre minimum de marqueurs à utiliser pour identifier correctement les animaux. 8 marqueurs, sur les 11 retenus au départ, sont suffisants pour qu'il soit impossible de rencontrer 2 individus identiques dans une population équivalente à 1 milliard de bovins.

Troisième étape : **la mise en place d'un partenariat exemplaire éleveur - transformateur - distributeur** avec la filière label rouge *"du veau de l'Aveyron et du Ségala"* [2] abattu par le groupe

Bigard [3] et distribué par Auchan. L'essai grandeur nature a été réalisé sur un lot de 48 animaux abattus chez Bigard à Castres et confronté à 89 prélèvements de viande réalisés dans 3 magasins Auchan de la région parisienne. L'ADN référence de l'animal vivant est obtenu à partir de l'oreille collectée à l'abattoir avec la boucle d'identification nationale solidaire. Ces oreilles sont ensuite acheminées à Labogena. Les échantillons de viandes sont recueillis chez le distributeur sur des muscles prêts à découper et repérés par leur numéro de lot.
L'ADN est extrait des différents prélèvements d'oreille et de viande par une méthode "rapide". Les échantillons d'ADN obtenus sont analysés pour onze régions de type microsatellite. Ces onze régions microsatellites sont amplifiées (multipliées en 1 milliard de copies environ) lors d'une seule réaction en utilisant des amorces d'amplification marquées avec trois fluorochromes émettant une couleur différente. Cette technique permet de détecter simultanément tous les produits d'amplification. Les produits de l'amplification sont analysés avec un séquenceur automatique. Les profils obtenus pour les différentes régions microsatellites sont interprétés à l'aide de logiciels adaptés pour déterminer les génotypes.

Les profils génétiques sont comparés, deux à deux "en aveugle".

Les 89 morceaux de viande prélevés ont pu être assignés à 14 des bovins du lot d'abattage sans difficulté et sans erreur. **La concordance s'est révélée parfaite et sans ambiguïté.**

Auchan étudie la possibilité d'étendre cette technique à d'autres produits : autres bovins, porcs...
(D'après le dossier de la conférence de presse du 13 février 2001 "La traçabilité dans la filière bovine garantie par un test ADN". Ce thème a été très largement repris par la presse).

Bernard Bibé,
Chef du département de Génétique animale, Toulouse.
François Ménissier,
Génétique animale, Jouy-en-Josas.
Marie-Yvonne Boscher,
GIE Labogéna, Jouy-en-Josas.

[3] Groupe Bigard
Activité : *5 abattoirs* :
- Avesnes : bœuf
- Castres : bœuf & mouton
- Cuiseaux : bœuf
- Qimperlé : bœuf & porc
- Reims : bœuf.

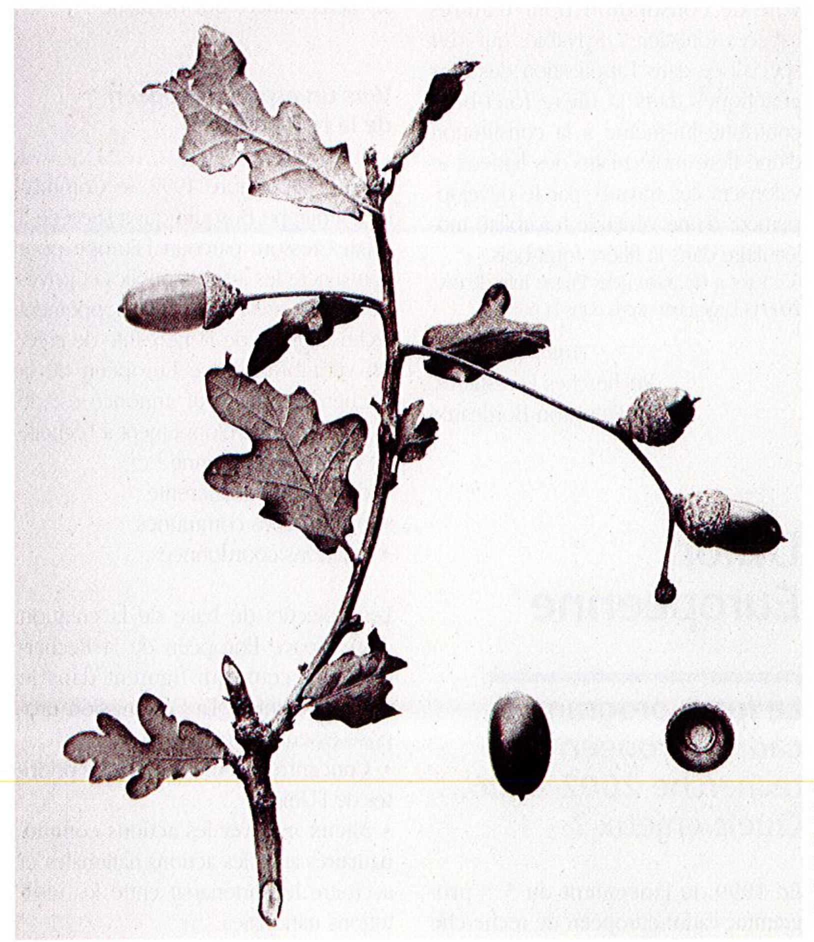
4 usines de produits élaborés : Agen - Qimperlé -Rognonas - Vitry-le-François. *18 centres de distribution. 17 sur le sud-est de la France et 1 à Rungis.*

De la biologie évolutive à la traçabilité moléculaire chez les arbres forestiers

Aussi spectaculaire que le séquençage du génome d'un organisme vivant, une cartographie géographique de la diversité génétique des chênes européens vient d'être construite à l'échelle du continent.
Cet inventaire systématique de la diversité a porté sur plus de 2600 chênaies, ce qui représente un échantillonnage moyen d'une population tous les 40 à 50 kilomètres. Pour aucun autre organisme vivant, pas même l'homme, un tel inventaire n'a été réalisé.
Grâce à l'aide de l'Union Européenne, treize laboratoires issus de 8 pays européens ont contribué à ces travaux, coordonnés par l'unité de Recherches forestières de Bordeaux.

Un numéro spécial de la revue "Forest Ecology and Management" est en cours de publication, qui comprendra notamment des cartes synthétiques de la diversité des chênes.
Leur répartition quasi générale sur toute l'Europe ainsi que l'existence fréquente de restes fossiles, notamment sous forme de pollen, font que les chênes constituent d'excellents modèles pour la biologie évolutive et l'histoire de la végétation européenne.
La comparaison des cartographies génétiques qui viennent d'être construites avec la répartition et la datation des restes fossiles* a permis de retracer les voies de migration et de recolonisation empruntées par les chênes depuis le réchauffement qui a suivi les dernières glaciations. La chênaie européenne s'est ainsi reconstituée à partir de trois refuges situés en Espagne, en Italie et dans les Balkans. Au-delà de l'aspect documentaire, cette cartographie a également mis en évidence l'impact de l'histoire de popu-

* Données extraites de la base de données des pollens gérée par l'université de Marseille, équipe de J.L. De Beaulieu.



Chêne pédonculé.
Herbier forestier de la France des principales plantes ligneuses qui naissent spontanément en forêt, Eugène de Gayffier, tome second, éd. J. Rothschild, 1868-1873.

** Sylvabio Hugues de Cherisey Inra BP 45 – Gazinet 33610 Cestas. Tél./Fax. 05 56 68 10 66. Mél. h.decherisey@liberty-surf.fr
Voir également Inra mensuel n° 88, rubrique Travaux & Recherche "250 000 chênes pour le futur" par Alexis Ducousso, avril 1996 ; n°89, rubrique Nature "Le geai des chênes, premier reboiseur européen" par Alexis Ducousso et Rémy Petit, juin-juillet 1996 ; le dossier "La gestion durable des forêts : contribution de la recherche", automne 1996, l'article d'Antoine Kremer "La diversité génétique des arbres forestiers : un prérequis à la gestion durable des forêts" p. 42.

lations de chênes sur leur diversité génétique actuelle et a permis d'identifier les principaux mécanismes de dispersion des espèces. Ces acquis n'ont pas qu'une valeur historique, ils sont d'un apport précieux pour la prédiction des modifications de végétation dans la perspective des changements climatiques futurs.
Une retombée non moins spectaculaire de cette cartographie de la diversité génétique est son application dans la traçabilité des produits issus des chênaies (graines, grumes, meubles...). Les cartes, qui viennent d'être construites, constituent de véritables fichiers de référence, où se trouvent consignées les empreintes génétiques des différentes origines géographiques. L'Inra a décidé de valoriser cet acquis en transférant son savoir-faire (extraction et analyse de l'ADN et fichier de référence) à une jeune *start up* Sylvabio**, qui vient d'être créée récemment. D'autres fichiers de référence, issus d'études menées par l'Inra en génétique des populations, sont en voie de constitution pour d'autres espèces forestières. Sylvabio, qui s'est spécialisée dans l'application des tests génétiques dans la filière forêt-bois, contribue lui-même à la constitution d'une flore moléculaire des ligneux et valorisera ces travaux par le développement d'une véritable traçabilité moléculaire dans la filière forêt-bois.
(Ce sujet a été traité dans Presse Info de déc. 2000 et largement repris dans la presse).

Antoine Kremer,
Recherches Forestières,
Pierroton Bordeaux.

Union Européenne

Le futur programme cadre européen de recherche 2002-2006. Quels enjeux ?

En 1999, le lancement du 5ème programme-cadre européen de recherche et de développement technologique a constitué une réelle rupture avec les précédents.
Moins de deux ans après le démarrage de l'actuel programme-cadre qui se terminera à la fin de 2002, la DG "Recherche" de l'Union européenne vient de faire l'objet d'une profonde restructuration destinée à assurer la mise en place d'un Espace Européen de la Recherche et à préparer activement le futur programme-cadre.
L'essentiel de ce nouveau PCRDT est qu'il se donne comme objectif de construire une véritable politique de la recherche communautaire plutôt que de poursuivre la juxtaposition de programmes européens et nationaux.

Voici une première approche des enjeux de la préparation du futur programme cadre européen de recherche sur la base des informations disponibles au 15 mars 2001. La manière de préparer et de gérer les propositions présentées par l'Inra devra faire l'objet d'importantes évolutions dans les deux années qui viennent.

Vers un espace européen de la recherche

Depuis septembre 1999, le Commissaire Philippe Busquin qui a succédé à Édith Cresson, parcourt l'Europe pour convaincre les acteurs publics et privés de la recherche et du développement technologique de la nécessité de créer un véritable Espace Européen de la Recherche. L'objectif annoncé est de permettre le développement à l'échelle de l'Union européenne [1] :
- d'une vision cohérente
- d'approches communes
- d'actions coordonnées.

Les objectifs de base de la création d'un Espace Européen de la Recherche sont ceux qui figurent dans le traité de l'Union. La Commission propose essentiellement trois choses :
- **Concentrer les moyens sur les priorités** de l'Union,
- **Mieux intégrer les actions communautaires avec les actions nationales** et accroître le partenariat entre les institutions nationales,
- **Passer** à une gestion plus structurante, c'est-à-dire passer d'une gestion par projet à **une gestion par programme** (ensemble cohérent de projets).

En d'autres termes, la Commission se propose d'activer l'article 169 [2] du Traité de l'Union non encore appliqué. Le critère essentiel qui est mis en avant est la valeur ajoutée européenne. Les mesures proposées sont les suivantes :
- mise en réseaux de programmes nationaux
- mise en réseaux des capacités d'excellence
- mise en réseaux de moyens (infrastructures)
- grands projets orientés
- mesures en faveur des PME
- bourses de mobilité à gestion plus souple.

Le futur programme-cadre proposé par la Commission Européenne [3]

Le programme-cadre reste l'instrument privilégié de la mise en œuvre de la politique de recherche de l'union européenne. La DG "Recherche" propose d'utiliser cet instrument communautaire pour réaliser l'Espace Européen de la Recherche et de le doter d'un budget de 17.5 milliards d'€ dont 1230 Millions d'€ au titre du Traité Euratom.

Ce futur PCRDT est caractérisé par :
- une architecture selon trois axes
- sept priorités thématiques
- trois nouveaux instruments de mise en œuvre.

L'intégration de la recherche européenne, objectif du premier axe, représente la plus grande partie de l'effort envisagé. Cet effort sera ciblé sur un nombre très limité de priorités thématiques et entraînera l'application de l'article 169 du Traité permettant l'exécution conjointe des programmes de recherche nationaux. Les actions de coopération internationale (ancien programme International Cooperation - INCO) seront intégrées dans ce premier axe.

[1] En janvier 2000 la Commission a publié un premier document qui explique les enjeux de la création d'un Espace Européen de la Recherche [COM(200) 6 du 18-01-2000]. En octobre 2000, un second document a été publié par la Commission afin de fournir des pistes pour l'action [COM(2000) 612 du 04-10-2000].

[2] Article 169 (ex-article 130 L). Dans la mise en œuvre du programme cadre pluriannuel, la Communauté peut prévoir, en accord avec les États membres concernés, une participation à des programmes de recherche et de développement entrepris par plusieurs États membres, y compris la participation aux structures créées pour l'exécution de ces programmes.

[3] Le troisième document [COM(2001) 94 du 21-02-2001], qui était très attendu, constitue ce qu'il convient d'appeler la proposition formelle de la Commission pour un nouveau programme Cadre 2002 – 2006.

Architecture et budget du futur programme-cadre

Les trois axes du futur PCRDT	Description succincte de l'architecture du futur programme-cadre	Budget proposé M€
• Intégrer la recherche européenne	- Sept domaines thématiques prioritaires	10425
	- Anticipation des besoins scientifiques & techniques de l'Union (dont 715 Millions d'€ pour le Centre Commun de Recherche)	2345
		12770
• Structurer l'Espace Européen de la Recherche	- Recherche et innovation	300
	- Ressources humaines	1800
	- Infrastructures de recherche	900
	- Science et société	50
		3050
• Renforcer les bases de l'Espace Européen de la Recherche	- Soutien à la coordination des activités	400
	- Soutien au développement cohérent des politiques	50
		450
	Total	**16270**

Les sept thématiques prioritaires

Thématiques prioritaires	Budget proposé M€
• Génomique et biotechnologie pour la santé	2000
• Technologies pour la Société de l'Information	3600
• Nanotechnologies, matériaux intelligents, nouveaux procédés de production	1300
• Aéronautique et espace	1000
• Sûreté alimentaire et risques pour la santé	600
• Développement durable et changement planétaire	1700
• Citoyens et gouvernance dans la société européenne de la Connaissance	225
Total	**10425**

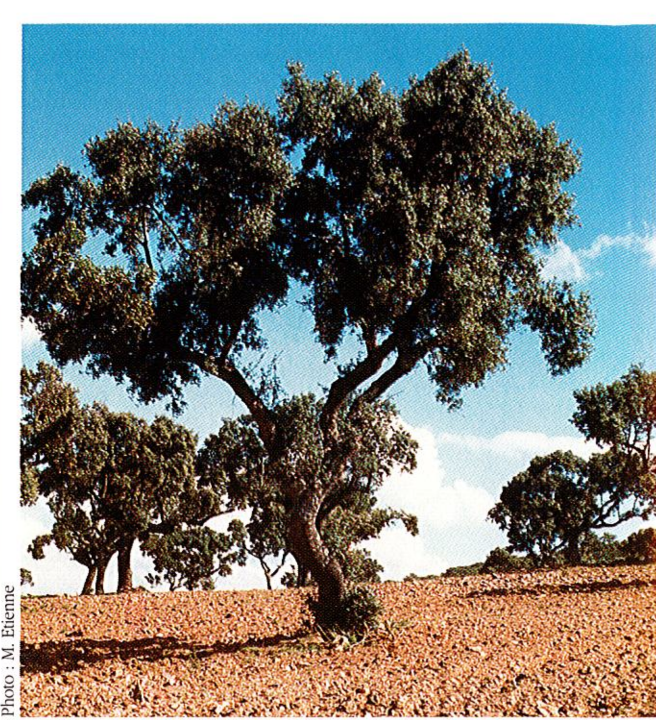


Photo : M. Etienne

Espagne, système sylvopastoral avec chêne vert *(Quercus ilex)*.

Les deux autres axes ont pour objectif de structurer et de consolider les bases de l'Espace Européen de la recherche.

Cette partie du programme qui mobilisera plus des 3/4 du budget a pour objectif de rassembler une masse critique de moyens et de permettre une forte intégration des capacités de recherche en Europe dans les sept domaines spécialement retenus pour leur portée politique et sociale et pour soutenir la compétitivité industrielle de l'Union.

Les trois nouveaux instruments communautaires de mise en œuvre

Pour réussir l'intégration de la recherche européenne, la Commission propose trois nouveaux instruments. Leurs principales caractéristiques sont rappelées dans l'encadré. **L'intégration souhaitée passe par la mise en réseaux des acteurs de la recherche au sein de** l'Union et de leurs infrastructures (réseaux d'excellence et projets intégrés) et également par celle des programmes nationaux exécutés conjointement dans plusieurs États membres.

Quelle place pour l'Inra ?

Quatre des sept thématiques prioritaires concernent directement l'Inra :
- génomique et biotechnologie pour la santé
- sûreté alimentaire et risques pour la santé
- développement durable et changement planétaire
- citoyens et gouvernance dans la société européenne de la connaissance.

L'Inra est également concerné par les quatre activités proposées pour structurer l'Espace Européen de la Recherche.

Enfin, les deux domaines de recherche spécifiques retenus pour le Centre Commun de Recherche ("Alimentation, produits chimiques et santé" et "Environnement et développement durable") ainsi que l'activité sur la prospective scientifique et technologique concernent l'Inra.

Que faire dès à présent ?

La mise en place de l'Espace Européen de la Recherche se fait surtout avec la participation des acteurs quotidiens de la recherche, qu'ils soient scientifiques ou administratifs. Depuis plus d'un an, la DG "Recherche", à la demande du Commissaire Philippe Busquin, a ouvert un réel espace de dialogue avec le monde de la recherche ; un forum vient d'être ouvert pour le futur programme-cadre [4]. Selon les États membres, la mobilisation est plus ou moins forte ; elle dépend plus ou moins de la dépendance budgétaire des équipes de recherche par rapport aux financements européens, mais aussi pour une large part des messages de mobilisation formulés par les responsables des politiques de recherche.

[4] research-nfp@cec.eu.int

"Ne pas prévoir, c'est déjà gémir"
Léonard De Vinci

En France, la mobilisation de la recherche publique est très hétérogène et reste dans son ensemble trop timide par rapport aux enjeux. L'Inra participe activement à la construction de l'Espace Européen de la Recherche, en particulier de la recherche agronomique, ainsi qu'à la préparation du futur programme-cadre tant au niveau européen qu'au niveau national.

Le 5ème programme-cadre a représenté une rupture avec les deux PCRDT précédents ; cette rupture a souvent été mal perçue par la recherche publique, en particulier en France. Le programme-cadre en cours de préparation va lui aussi entraîner de profonds changements après 2002 : il va s'agir de passer d'une logique individuelle ou d'équipe à une logique d'organisme,

Le principe de la valeur ajoutée européenne

Les domaines prioritaires de recherche seront définis sur la base du principe de la **"valeur ajoutée européenne"**. Cette notion-clef est liée à la forme que doivent prendre les actions de l'Union dans le domaine de la recherche. Au terme du Traité, les activités de recherche soutenues par l'Union doivent compléter celles entreprises par chaque état membre. Le financement européen d'un programme de recherche se justifiera dans l'une ou l'autre des situations décrites ci-dessous :

Masse critique des moyens financiers et humains
Le coût et l'ampleur de la recherche, supérieurs aux possibilités d'un seul pays, exigent de mobiliser les efforts de recherche de plusieurs pays afin d'atteindre une "masse critique" de ressources financières, matérielles et humaines.

Économies d'échelle
Le regroupement et la mobilisation de plusieurs entités, publiques ou privées, de nationalités différentes sur une thématique de recherche, qui limitent le coût économique de la recherche (économies d'échelle) et favorisent ainsi la compétitivité européenne, mobiliseront un financement européen.

Combinaison de compétences complémentaires
Le recours à des études comparées à l'échelle européenne qui nécessite la combinaison de compétences complémentaires présentes dans les différents pays de l'Union.

Les priorités et les intérêts de l'Union Européenne
Les recherches appliquées à l'ensemble des politiques et législations de l'Union Européenne, quel que soit le domaine considéré (entreprise, environnement, agriculture, coopération internationale, énergie...), bénéficieront d'un soutien communautaire.

Le caractère transnational de la recherche
Ce critère renvoie à l'échelle à laquelle les enjeux de la recherche se situent. Ainsi les problèmes épidémiologiques, environnementaux ou encore patrimoniaux ne peuvent être exclusivement abordés dans un cadre national. En effet, les incidences forcément transnationales de ces problèmes justifient un financement européen.

Marie-Dominique Savina,
Déléguée-adjointe aux Affaires Européennes.
savina@paris.inra.fr

Les trois nouveaux instruments du futur PCRDT

Les actions de recherche et de développement technologique seraient mises en œuvre par le biais de trois nouveaux instruments :
Les réseaux d'excellence fonctionneraient sous forme d'associations ou de réseaux d'entités de recherche (universités, centres de recherche, PME...) issus de plusieurs États membres. Ils seraient ouverts à des organismes et des chercheurs des pays-tiers. Ils constitueraient une masse critique de compétences pour la réalisation de "programmes d'activités communes".
Sélectionnés à partir d'appels à propositions, ils donneraient naissance à des "centres virtuels d'excellence" parfaitement autonomes. Ces réseaux pourraient également lancer des appels à proposition et assumeraient en aval la gestion, la dissémination et la valorisation des connaissances produites.
Les projets intégrés dont les objectifs seront précisément définis, en terme de produit ou de procédé, visent le développement d'une collaboration étroite entre le secteur privé et le secteur public tant en matière de recherche que sur un plan financier.
Ouverts aux pays-tiers et à des organisations de coopération scientifique européenne, ces projets seraient mis en œuvre, tout comme les "réseaux d'excellence", selon une logique d'appels à proposition. Ces projets seraient également sélectionnés à partir d'appels à propositions.

Les programmes nationaux exécutés conjointement
En appliquant l'option offerte par le Traité d'Amsterdam (Art.169), les programmes mis en œuvre par les gouvernements et les organismes nationaux de recherche seraient élargis aux autres États membres. Les programmes de travail et les procédures (appels à propositions communs) seraient harmonisés. Des **infrastructures** communes de haut niveau seraient ainsi exploitées efficacement à une échelle européenne. Le soutien financier de l'Union Européenne concernerait principalement l'accès à ces infrastructures.

Claudine Lamarque,
Représentante de l'Inra au Clora.
lamarque@clora.net

La position de quelques États membres de l'Union Européenne

La Grande-Bretagne, la France, l'Espagne et les Pays-Bas réagissent tous positivement au projet de prochain programme-cadre. Cependant, leurs sensibilités propres les conduisent à mettre l'accent sur des points différents.

Les thématiques prioritaires
Elles doivent être clairement définies, avoir une forte valeur ajoutée européenne (France) et concerner des thèmes cruciaux (Pays-Bas).
• *La Grande-Bretagne et l'Allemagne* ont réagi très vite, en établissant une liste détaillée des priorités. L'essentiel du budget devrait être attribué aux priorités correspondantes aux objectifs de compétitivité de l'Union Européenne.
Ces deux pays reprennent les orientations de l'Union Européenne quant à la nature des priorités et s'accordent sur le choix de l'Union Européenne, mais insistent sur la nécessité d'ajouter des considérations environnementales comme l'énergie renouvelable. L'Allemagne entend inclure dans les priorités, les transports, alors que la Grande-Bretagne insiste sur les technologies de production flexibles et intelligentes.
• *Les Pays-Bas, mais aussi le Danemark, l'Irlande,* militent pour une plus grande implication des entreprises dans le programme-cadre.
• *La France et l'Espagne* estiment que l'établissement d'une liste complémentaire de priorités n'est pas à l'ordre du jour, ne voulant pas "gêner" le travail de la commission.
En revanche, l'ensemble des pays considérés s'accordent sur la nécessité de garder une certaine flexibilité. Les acteurs restent libres de faire des propositions en relation avec les nouveaux thèmes qui pourraient émerger (*"bottom- up"*).

Les nouveaux instruments de mise en œuvre
Les pays les approuvent mais l'Espagne est réservée quant aux projets de recherche orientés. Elle demande également la mise en place d'opérations pilotes pour les réseaux d'excellence. La coordination des programmes nationaux, peu satisfaisante dans le programme actuel, doit enfin devenir effective (Pays-Bas).

En termes plus généraux
La France plaide pour une éventuelle simplification des procédures communautaires dans le domaine de la recherche.
La plupart des pays et principalement ceux de l'Europe du Nord, comme les Pays-Bas, le Royaume-Uni, insistent sur l'intérêt des programmes horizontaux en ressources humaines et sciences sociales.

Enfin, l'Allemagne souhaite poursuivre la coopération scientifique et technique en maintenant le programme INCO (International cooperation).

Juliette Renaud,
Stagiaire DESS - renaud@paris.inra.fr

Les principales sources d'information sur l'Espace Européen de la Recherche et le futur PCRDT

La RDT après 2002
CORDIS, le service d'information de la Commission sur la R&D, propose un nouveau service appelé "RTD beyond 2002" qui sera :
- le portail d'accès à l'information sur l'Espace Européen de la Recherche (EER)
- la vitrine du prochain futur PCRDT, outil principal de l'EER
URL : http://www.cordis.lu/rtd2002

Science et Société, Éthique
Intégré au service "RTD beyond 2002" ce site vise à promouvoir l'interaction entre la recherche et les citoyens européens offrant des infrastructures de dialogue et d'informations sur la dimension sociale de l'EER et les aspects éthiques de la recherche. URL : http://www.cordis.lu/science-society

DG "Recherche" de la Commission
Pages consacrées à l'EER donnant accès à de nombreux textes clefs.
URL : http://europa.eu.int/comm/research/area_fr.html
Forum sur le nouveau programme cadre 2002 - 2006
URL : http://europa.eu.int/comm/research/nfp.html

Le Point de Contact National du programme thématique "Qualité de la vie"
Présentation de l'EER et du prochain PCRDT
URL : http://sdv.pcn.prd.fr/
Textes importants :
• *"Vers un espace européen de la recherche"* COM (2000)6 du 18-01-2000
URL : http://europa.eu.int/eur-lex/fr/com/cnc/2000/com2000_0006fr01.pdf
• *"Réalisation de l'"Espace européen de la recherche" : orientations pour les actions de l'Union dans le domaine de la recherche (2002-2006)"* COM (2000)612 final du 04-10-2000. URL : http://europa.eu.int/eur-lex/fr/com/cnc/2000/com2000_0612fr01.pdf
• *"Proposition de Décision du Parlement européen et du Conseil relative au programme-cadre pluriannuel 2002-2006 de la Communauté européenne pour des actions de recherche, de développement technologique et de démonstration visant à aider à la réalisation de l'Espace européen de la recherche"* COM (2001)94 final du 21-02-2001
URL : http://europa.eu.int/eur-lex/fr/com/pdf/2001/com2001_0094fr01.pdf

Virginie Choay,
Relations Internationales - choay@jouy.inra.fr

d'une logique de projet à une logique de programme.

Que peuvent d'ores et déjà faire les chercheurs de l'Inra ?
• s'informer pour pouvoir anticiper,
• participer activement à la réflexion en cours à tous les niveaux,
• inciter à la réflexion au sein des départements de Recherche y compris sur les modalités administratives de mise en œuvre,
• organiser des réunions d'information dans les centres avec le concours de la Délégation aux Affaires Européennes,
• contacter les partenaires européens,
• s'organiser et créer des réseaux : réseaux thématiques, réseaux d'infrastructures de recherche, sites d'accueil...

Une grande autonomie scientifique et administrative sera offerte aux responsables des réseaux d'excellence et des projets intégrés européens. Il importe de se mobiliser sans plus attendre et de se positionner en manifestant concrètement notre volonté d'intégration de nos moyens au sein de l'Espace Européen de la Recherche.

Paul Jamet,
Délégué aux Affaires Européennes
jamet@jouy.inra.fr

La recherche agronomique dans l'espace européen de la recherche

Conférence de Versailles 5 et 6 décembre 2000

Le 18 janvier 2000, la Commission européenne a adopté la Communication "Vers un Espace Européen de Recherche", dont l'objectif est de contribuer à la mise en place d'un contexte général plus favorable à la recherche en Europe. Au Conseil européen de Lisbonne des 23-24 mars 2000, les chefs d'état et de gouvernement ont pleinement entériné ce projet. Pour sa mise en œuvre, ils ont fixé une série d'objectifs assortis de délais. Dans le prolongement des Conclusions du Conseil européen, la Résolution du "Conseil recherche" du 15 juin 2000 invite les États membres et la Commission à prendre les mesures nécessaires pour commencer à le concrétiser.

Entre-temps, le Parlement européen, le Comité des régions, le Comité économique et social, ainsi que les pays candidats à l'adhésion ont vivement exprimé leur soutien pour ce projet qui devrait asseoir la suprématie de l'Union européenne dans le domaine de la recherche scientifique.

La recherche agronomique, dont le succès a permis à l'agriculture et à l'industrie agro-alimentaire des pays européens de se situer au premier rang mondial, doit maintenant se restructurer dans le cadre de l'Espace Européen de Recherche (EER), pour maintenir sa place dans le monde actuel de la recherche, pour mieux répondre aux attentes communes des citoyens européens, et pour mieux apporter sa contribution au développement des autres politiques de l'Union européenne.

Dans ce contexte, le ministère français de l'Agriculture et de la Pêche, en liaison avec la Commission européenne a organisé une conférence portant sur "La recherche agronomique dans l'Espace Européen de Recherche". L'organisation de cette Conférence dans ses aspects logistiques a été confiée à l'Inra dont le président, la directrice générale et plusieurs responsables scientifiques ont aussi été des animateurs. Afin d'apporter aux participants de la Conférence des éléments concrets de discussion, celle-ci a été précédée de 3 séminaires thématiques sur "Génome et post-génome dans l'EER", "Politique Agricole Commune et multifonctionnalité de l'agriculture dans l'Espace Européen de Recherche" et "Agriculture et environnement dans l'Espace Européen de Recherche".

Au cours de la Conférence et des séminaires préparatoires, les participants se sont penchés sur les 7 volets proposés pour la structuration de l'Espace Européen de Recherche, en analysant comment ils pouvaient renforcer la coopération en matière de recherche agronomique :
• science et gouvernance
• ouverture des programmes nationaux
• rôle des régions
• centres d'excellence
• infrastructures
• intégration des pays d'adhésion
• mobilité des chercheurs

La conférence a donc permis de définir un cadre structurel et opérationnel pour la mise en œuvre de la recherche agronomique dans l'Espace Européen de Recherche, en favorisant l'émergence d'une communauté de pensée et d'action de l'ensemble des acteurs concernés.

Les principaux objectifs atteints par cette conférence ont donc été :
• d'identifier les disparités structurelles et fonctionnelles de la recherche agronomique dans l'Espace Européen de Recherche en matière d'infrastructures, de mobilité des chercheurs, de centres d'excellence, de politiques publiques...
• de proposer un plan d'action permettant de structurer la recherche agronomique dans l'Espace Européen de Recherche.

Cette conférence représente une première étape vers une nouvelle approche quant à la recherche agronomique en Europe. Les bénéfices potentiels pour les États Membres, la communauté scientifique, l'industrie et les citoyens européens sont nombreux et ont pu être réalisés au travers d'un débat constructif déterminant les objectifs et identifiant les moyens pour les atteindre.

Un rapport complet des travaux de la Conférence et des séminaires préparatoires va être édité par la Commission Européenne dans les prochaines

semaines, et sera aussi disponible sur le site Internet de la Commission.
(Ce texte est paru dans la lettre de la Direction des Relations Internationales n°3 de février 2001).

Philippe Ferlin,
Directeur des Relations internationales

Ministère de la Recherche

Création d'une Académie des Technologies

Cette nouvelle académie, aux côtés de l'Académie des Sciences a été créée le 12 décembre 2001, à partir du Conseil pour les applications de l'Académie des Sciences (CADAS), avec l'appui du ministère de la Recherche et de la Technologie. Lors de cette installation, Roger-Gérard Schwartzenberg, ministre de la Recherche et de la Technologie a souligné les éléments qui caractérisent cette nouvelle structure. Voici des extraits de son intervention.

Lien entre recherche et industrie

Aujourd'hui, dans les pays avancés, la recherche est le moteur principal de la compétition, de la croissance et de l'emploi. Dans le passé, le monde de la recherche et celui de l'entreprise étaient séparés presque par une "muraille de Chine", par un mur de préventions et de défiances réciproques. Ce type de mur est fait pour tomber, car il dresse une barrière inopportune entre deux secteurs qui, au contraire, ont beaucoup à s'apporter et qui doivent s'enrichir par leurs relations et leurs contacts.

Le gouvernement a lancé une politique déterminée en faveur de l'innovation technologique. Son objectif, c'est de rapprocher recherche et entreprise, de favoriser le transfert de technologie et la création d'entreprises technologiques innovantes en particulier dans les secteurs stratégiques d'avenir : sciences du vivant et biotechnologies (santé, alimentation, environnement), nouvelles technologies de l'information et de la communication, énergies nouvelles.

Pour autant, il importe évidemment de ne pas séparer radicalement science et technologie, recherche fondamentale et application pratique. Une dichotomie tranchée serait dysfonctionnelle.

Les chercheurs doivent certes s'interroger plus que par le passé sur la possible valorisation de leurs travaux, susceptible de répondre aux besoins de l'économie et de la société. Mais il n'y a pas de bon développement ou de bonne valorisation sans un apport préalable solide de la recherche fondamentale.

Toute une série d'initiatives ont déjà été prises en ce sens (cf *Inra mensuel* n°102, 1999) :

- La loi sur l'innovation et la recherche du 12 juillet 1999 permet aux chercheurs de participer à la création d'entreprises pour valoriser eux-mêmes les résultats de leurs travaux: Ainsi, en 2000, plus de cent entreprises auront été créées par des chercheurs.
- 29 incubateurs.
- Le concours national d'aide à la création d'entreprises technologiques innovantes, doté de 200 millions de francs de prix en 2000, a permis de favoriser la création ou le développement d'entreprises innovantes créées par 296 jeunes lauréats.
- Plusieurs fonds d'amorçage qui sont spécialisés dans l'apport de capitaux à des entreprises émergentes, dont le Fonds Bio-Am, fonds de bioamorçage, dédié au financement des entreprises en biotechnologies, installé le 11 juillet 2000.
- 13 réseaux de recherche et d'innovation technologiques pour favoriser la recherche technologique dans plusieurs secteurs prioritaires, en favorisant le partenariat public-privé, en assurant le couplage recherche-industrie. Depuis septembre, il y a 3 nouveaux réseaux de recherche et d'innovation technologiques : "Eau et technologies d'environnement" ; "Terre et espace", pour faire contribuer les technologies spatiales à la protection de l'environnement ; "Recherche aéronautique sur le supersonique".
- Le 5 juillet 2000 les premiers Centres nationaux de recherche technologique (CNRT), associant localement, sur un site bien déterminé et dans un domaine de compétence ciblé, des laboratoires publics et privés : Belfort-Montbéliard (pile à combustible), Évry (génome), Grenoble (micro-électronique), Rennes-Lannion (multimédia), Sophia-Antipolis (TIC).

Le siècle de l'aventure technologique, fonder une Académie des technologies ?

Cette académie regroupe des spécialistes des sciences humaines et sociales, de l'économie, du droit et aussi de la médecine : membres appartenant aussi à l'Académie des sciences, technologues, ingénieurs et praticiens qui connaissent par expérience directe les problèmes industriels et technologiques dans une approche pluridisciplinaire.

Technologie sans technocratie

En démocratie, le pouvoir ne peut appartenir aux techniciens mais à la société et à ceux qui la représentent.

Aux termes de ses statuts, l'Académie "mène des actions d'expertise, de prospective et d'animation au bénéfice d'un large public... Elle s'efforce d'éclairer la société pour qu'elle fasse le meilleur usage des technologies actuelles et à venir. Elle publie des avis et des rapports."

Rôle de l'expertise

• **Dans le processus de décision publique**
Aujourd'hui, les autorités publiques cherchent de plus en plus à fonder leurs décisions sur des avis scientifiques en pleine connaissance de cause, en disposant d'informations scientifiques et technologiques précises et sûres, et d'avis éclairés.
L'expertise est nécessaire, vu la complexité des données et des problèmes auxquels sont confrontés les gouvernants, qui ne peuvent être omniscients. Mais la consultation ne doit pas se substituer à la décision. Sinon les politiques demandent aux scientifiques de faire une chose pour laquelle ils n'ont pas été formés, à laquelle leur métier ne les a pas préparés, pour laquelle ils n'ont pas de légitimité.
La science et la technologie modernes modifient -et parfois bouleversent- le quotidien de chacun et son avenir. Elles sont porteuses de changements profonds et parfois radicaux. Ce changement doit être voulu et décidé. Il doit être choisi, consenti et non pas subi. Le schéma doit donc être : consultation préalable d'experts, puis décision autonome du politique.

• **Vis-à-vis de la société**
Il importe que les citoyens se réapproprient les choix scientifiques et technologiques. Une science au contact direct des citoyens et de leurs interrogations. Il faut lui faire retrouver sa place dans la Cité, dans le débat civique et politique.
La démocratie ne peut s'arrêter aux portes de la science et de la technologie. L'attention de nos concitoyens se porte très légitimement vers des questions essentielles comme les applications de la génomique et de la post-génomique, les thérapies géniques et cellulaires, les recherches sur les cellules souches embryonnaires, l'ESB et la maladie de Creutzfeldt-Jakob, les OGM, l'effet de serre ou le devenir des déchets radioactifs.
Mieux se soigner, mieux s'alimenter, mieux vivre en sécurité : ce sont les enjeux et les défis auxquels la recherche est confrontée et auxquels il faut faire participer nos concitoyens. Sans cela, le débat démocratique serait incomplet ou "décalé" par rapport aux véritables préoccupations de chacun.

Il faut établir le tryptique information-débat-décision. Ce qui est en jeu, c'est le droit de savoir et de débattre, pour disposer du pouvoir de décider. En réalité, la science est largement absente du débat public et des programmes politiques.
...
Les enjeux scientifiques et technologiques doivent faire leur entrée -ou plutôt leur retour- dans les programmes des partis politiques.
L'Académie contribuera activement au nécessaire débat citoyen sur la science et ses applications.

Dix mesures pour rapprocher science et société

Dans le cadre de la présidence française de l'Union européenne, le ministre de la Recherche, Roger-Gérard Schwartzenberg a organisé à la Sorbonne un colloque international "Science et Société" auquel ont participé de nombreuses personnalités scientifiques et plusieurs ministres de la Recherche de l'Union Européenne (France, Suède, Italie, Espagne, Grèce...) et de l'Asie (Chine, Japon, Cambodge, Laos).

Une science publique et citoyenne

En clôture de ce colloque, Roger-Gérard Schwartzenberg a formulé dix propositions concrètes pour rapprocher science et société, pour bâtir "une science publique", transparente, dont la connaissance par l'opinion publique soit renforcée, et "une science citoyenne", au contact direct des citoyens appelés à décider sur les grands enjeux scientifiques et technologiques.
Ces mesures concernent plus particulièrement la France mais pourraient "susciter des solutions équivalentes dans les autres pays".

• **Favoriser l'éducation civique à la science**, en renforçant dans les programmes d'éducation civique des collèges et lycées la place consacrée au rôle des citoyens et des institutions représentatives en matière de grands choix scientifiques et technologiques.
• **Renforcer le système d'évaluation** par des rapports publics portant à la connaissance de tous les résultats (avancées et, dans certains cas, lacunes) de la recherche scientifique et technologique. Pour assurer la pleine transparence sur l'état de la recherche.
• **Agir auprès du Conseil supérieur de l'audiovisuel** pour renforcer les obligations incombant, dans leurs cahiers des charges, aux sociétés audiovisuelles en matière de diffusion de l'information scientifique et technique.
• **Créer une chaîne thématique consacrée à la science**, qui serait une chaîne européenne, cofinancée par les États et la Commission européenne.
• **Apporter une aide financière aux associations scientifiques** qui contribuent à la diffusion du savoir scientifique et à leurs publications.
• **Créer dans tous les organismes de recherche** (Epst et Epic) **des comités d'éthiques consultatifs** saisis pour avis sur les recherches effectuées quand celles-ci peuvent poser des problèmes particuliers (Ogm, nucléaire civil...).
• **Organiser périodiquement au Parlement des débats d'orientation** spécifiquement consacrés aux choix scientifiques et technologiques.
• **Renforcer les moyens dont dispose l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.**
• **Envisager d'élargir le champ de référendum**, pour que les recours à celui-ci devienne possible sur ces grands choix.
• **Engager les partis politiques à inscrire les enjeux scientifiques et technologiques dans les programmes** qu'ils soumettent aux électeurs pour les élections présidentielles et législatives.
(Communiqué de presse du 1.12.2000).
http://www.recherche.gouv.fr/discours/2000/sciensoc.htm ■

Travailler à l'INRA

Nominations

DIRECTION SCIENTIFIQUE NUTRITION HUMAINE ET SÉCURITÉ DES ALIMENTS
Sylvain Mahé qui est chargé de mission à la direction scientifique "Nutrition humaine et Sécurité des aliments" depuis fin août 2000, est également nommé depuis le 1er mars 2001 à la direction de la Technologie du ministère de la Recherche : chargé de mission au département "Bio-ingénierie", il participe à la mise en place, la coordination et le suivi des actions menées dans le domaine de l'agro-alimentaire tels que le programme AQS (Alimentation Qualité Sécurité) et le réseau RARE (Réseau Alimentation Référence Europe) ; il remplace Béatrice Darcy-Vrillon.

CENTRE DE TOURS
À compter du 1er janvier 2001, **Gérard Dubray**, est prolongé dans ses fonctions de président du centre de Tours, pour une durée de quatre ans.


Photo : ©INRA

Enoisage. Étude du rendement en cerneaux des variétés fruitières. Station d'Amélioration du Châtaignier et du Noyer. Domaine de Gaubert par Terrasson (Dordogne). 14 novembre 1962.

Formation

FORMATION À L'EXPÉRIMENTATION ANIMALE NIVEAUX 2 & 3 (agrément du ministère de l'Agriculture) organisée par l'université Lyon 1, sous la responsabilité de Laurent Bezin (Cnrs) du 5 au 15 juin 2001.
48h de cours théoriques (réglementation, éthologie, stress, anatomie, nutrition, douleur, microbiologie...) et 8h de travaux pratiques.
▲ Renseignements : université Claude Bernard, Loic Marchat, Formation Continue, 43 bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne cedex Tél. 04 72 43 16 62. http://focalserv.univ-lyon1.fr/focal

"TECHNIQUES D'ANALYSES BIOCHIMIQUES", université d'Angers, du 11 au 15 juin 2001, école organisée par l'IUT et la Formation permanente du centre d'Angers. Quatre journées consacrées aux techniques de chromatographie, d'électrophorèse, de spectrophotométrie et au traitement informatique des données, avec TD et cours en alternance.
▲ Contact : Christine Templier. Tél. 02 41 22 56 01 ou gaignard@angers.inra.fr et auprès du service Formation permanente de votre centre.

Appels d'offre

ACTIONS THÉMATIQUES INCITATIVES DE GENOPOLE (ATIGE)
Avec le soutien du Conseil régional d'Ile-de-France, Genopole (Évry/Ile-de-France) offre à de jeunes chercheurs, futurs leaders scientifiques, la possibilité de créer et d'animer une équipe au sein d'une unité relevant d'un organisme public de recherche (Cnrs/Inserm/Cea/Inra...) ou d'un laboratoire universitaire déjà implantés sur le site d'Évry.
Ces actions, assorties d'un engagement budgétaire de 1,5 MF pour une durée de 3 ans, s'adressent à des chercheurs disposant d'un poste au sein d'un organisme public de recherche (ou en voie d'en obtenir rapidement un) au moment de la mise en œuvre du projet.
Ces projets de recherche devront relever des thèmes prioritaires ou particulièrement novateurs dans les domaines d'intérêt de Genopole : génomique, post-génomique, bio-informatique, bio-mathématiques, bio-physique, physique et sciences pour l'ingénieur appliquées à la biologie à grande échelle...
Des informations détaillées ainsi que les formulaires de candidature sont téléchargeables à partir de notre site

http://www.genopole.org. Date limite de dépôt des dossiers : 5 juin 2001
▲ Contact : secrétariat Genopole-Recherche : christelle.koundibia@genopole.com

INSTITUT FRANÇAIS POUR LA NUTRITION

Prix "jeune chercheur" pour l'année 2001 : l'Ifn décernera deux prix d'un montant de 120.000 F. chacun. Ces prix ont pour objet de récompenser la créativité et le dynamisme de jeunes chercheurs porteurs d'un projet scientifique personnel original, intéressant particulièrement le domaine de la nutrition et de l'alimentation de l'homme. **Date limite d'envoi du projet avant le 15 mai 2001.**
▲ Contact : Ifn, 71 av. Victor Hugo 75116 Paris

AFAS

• *Prix Irène Meynieux* d'un montant de 4000 F. (chercheur moins de trente ans) – sur un sujet scientifique en rapport avec le thème du congrès AFAS 2001 "**La Méditerranée, lieu d'échanges scientifiques réels**".
Prix Jean-Louis Parrot. d'un montant de 4000 F. (chercheur moins de trente ans) – sur un sujet de **biologie générale**. Aucune condition de nationalité n'est exigée ; il suffit que le document soit présenté en français. Le donateur souhaite que soit récompensé l'auteur d'une étude comportant des données expérimentales nouvelles et personnelles. Il pourrait éventuellement être partagé.
• *Prix de l'association actualités de l'hydrologie* d'un montant de 6000 F. pour un candidat résidant dans l'espace communautaire et ayant poursuivi des recherches approfondies dans le cadre de l'enseignement de l'hydrologie, de la préparation d'un doctorat ou d'un mémoire ayant bénéficié d'un soutien contractuel.
• *Prix Yvette Joutel* d'un montant de 5000 F. : sur la prévention des pollutions (atmosphérique, fluviale, marine et terrestre).
Date limite de dépôt des dossiers : 1er octobre 2001
▲ Contact : AFAS, cité des Sciences et de l'Industrie 75930 Paris cedex 19. Tél. 01 40 05 82 01. Fax. 01 40 05 82 02.

Appel à candidature

Accueil d'une équipe dans le domaine de la biochimie des protéines (protéomique) végétale

Le pôle de biotechnologie végétale de Toulouse (IFR 40 signalisation cellulaire et biotechnologie végétale - Cnrs - Inra - Institut National Polytechnique - Université Paul Sabatier) souhaite accueillir une équipe se consacrant à l'étude des protéines (aspects biochimiques, spectrométrie de masse...) ou un chercheur décidé à créer une équipe. Le groupe développera, en interaction avec les équipes du site, des recherches en protéomique structurale et fonctionnelle dans les domaines de la signalisation cellulaire impliquée dans les processus de développement, d'adaptation au milieu abiotique et dans les interactions plantes-microorganismes.
L'équipe bénéficiera de locaux dans l'UMR 5546 (Signaux et Messages Cellulaires chez les Végétaux) et du plateau technique du site (laboratoire de séparation des protéines, électrophorèse BD, nanoHPLC, spectrométrie de masse MALDITOF et trappe ionique). Elle sera dotée de crédits d'installation provenant de l'UMR et de l'IFR.
La candidature à une ATIPE serait tout particulièrement appréciée.
▲ Contacts : R. Ranjva, UMR 5546. Mél : ranjevaL&smcv.ups-tlse.fr. Tél. 05 62 19 35 01/A.M. Boudet, IFR 40. Mél : amboudetg-smcv.ups-tise.fr. Tél. 05 62 19 35 21

Prévention

La médecine de prévention à l'Inra*

Mission de la médecine de prévention

Le service de médecine de prévention a pour rôle de prévenir toute altération de la santé des agents du fait de leur travail [1].
Le médecin de prévention travaille en toute indépendance dans le respect du code de déontologie, du code du travail et du code de santé publique.
Sa fonction est distincte de celle des médecins chargés de la médecine statutaire (visites d'aptitude) et de la médecine de contrôle (visites de contrôle et d'expertise).
Il consacre son activité à la prévention des risques professionnels, en intervenant sur le milieu de travail, et à la surveillance du rapport santé-travail des agents.

Sa mission s'exerce à tous les niveaux de la prévention :
• prévention primaire qui consiste à éviter la survenue de maladies en conseillant l'administration, les agents et leurs représentants en ce qui concerne :
- l'amélioration des conditions de vie et de travail dans les services
- l'hygiène générale des locaux de service
- l'adaptation des postes, des techniques et des rythmes de travail à la physiologie humaine
- la protection des agents contre l'ensemble des nuisances et les risques d'accidents de service ou de maladie professionnelle ou à caractère professionnel
- l'hygiène dans les restaurants administratifs
- l'information sanitaire ;
• prévention secondaire qui consiste :
- à dépister les agents exposés à des risques patents évalués en établissant, en liaison avec le délégué prévention et après consultation du comité d'hygiène et de sécurité territorialement compétent, une fiche sur laquelle sont consignés les risques professionnels propres au service et les effectifs d'agents exposés à ces risques.
- à surveiller leur santé, en suivant particulièrement : les handicapés ; les femmes enceintes ; les agents réintégrés après un congé de longue maladie ou de longue durée ; les agents occupant des postes définis au paragraphe ci-dessus ; et les agents souffrant de pathologies particulières dé-

* Exposé à la Cnas du 5 octobre 2000.

[1] Ses missions sont définies par le décret n°82-453 du 28 mai 1982 modifié par le décret n°95-680 du 9 mai 1995 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail, ainsi qu'à la prévention médicale dans la fonction publique.

Évolution du temps médecin

	Nombre de jours effectués	Équivalent temps plein*	Besoin évalué** en équivalent temps plein
1996	948,5	4,3	5,1
1997	977,5	4,4	5,1
1998	1044,5	4,7	5,2
1999	1083	4,9	5,4

* un temps plein est égal à 220 jours ouvrés par an
** évaluation du besoin en temps médecin : TM = (E * (C/20)/169 * 100) + TC

E = effectif de la population surveillée
PR = effectif de la population à risque
C = cœfficient de risque (1 + PR/E)
TC = temps coordination (20 % de temps)

terminées par le médecin de prévention ;
• prévention tertiaire qui consiste à éviter les complications en proposant des aménagements de poste de travail ou de conditions d'exercice des fonctions justifiés par l'âge, la résistance physique ou l'état de santé des agents.

Organisation de la médecine de prévention à l'Inra
L'organisation de la médecine de prévention à l'Inra est précisée par la note de service 99-34 [2].
Au niveau national, le médecin coordonnateur aide la direction générale à l'élaboration de la politique de santé au travail et en coordonne la mise en œuvre. Il exerce sa fonction au sein de la Mission centrale prévention de la direction des Ressources humaines en collaboration avec le délégué national Prévention.
Au niveau de chaque centre interviennent un ou plusieurs médecins de prévention qui sont rattachés fonctionnellement au président et reçoivent de celui-ci une lettre de mission.
Le statut de ces médecins est variable.
Le décret prévoit :
• soit la création d'un service de médecine de prévention dont les missions sont assurées par un ou plusieurs médecins appartenant à l'administration
• soit l'établissement d'une convention d'adhésion à un service de médecine du travail ayant reçu l'agrément pour une section médicale spécifique réservée aux agents publics ou une convention de prestation avec un service ou une association de médecine du travail en agriculture de la Caisse de mutualité sociale agricole.

À l'Inra, l'établissement de conventions est le système qui prévaut. Sur 52 médecins qui suivent les agents :
- 2 sont vacataires
- 16 sont des médecins du travail de la Mutualité sociale agricole
- 34 sont des médecins de services de médecine du travail.

Il existe un cadre-type pour la rédaction des conventions afin d'harmoniser le service rendu en matière de médecine du travail dans le cadre réglementaire.

[2] Qui complète la note de service 97-01 relative à l'hygiène, à la sécurité et à la santé des personnes au travail, ainsi qu'à la protection des biens et au respect de l'environnement.

Le temps que consacrent ces médecins à l'Inra varie selon la population suivie ; ce qui représente quelques heures par an à temps plein. Il est calculé selon les règles du décret qui prévoit une heure par mois pour :
- vingt fonctionnaires ou agents publics non titulaires
- dix fonctionnaires, agents publics non titulaires ou ouvriers concernés par une surveillance médicale particulière.

À l'Inra, la surveillance médicale s'applique à l'ensemble des personnes soumises à l'autorité de l'Institut. Et toute personne entrant en fonction pour plus de 3 mois ou affectée à un poste l'exposant à un risque nécessitant une surveillance médicale particulière est convoquée pour un examen médical par le médecin de prévention. La population prise en compte pour le calcul du temps médecin est celle des agents fonctionnaires, des agents publics non titulaires et des personnes entrant en fonction pour plus de 3 mois ou affectées à un poste l'exposant à un risque.

L'évolution du temps médecin depuis 1996 figure dans le tableau.
Dans deux centres, le médecin de prévention est assisté par une infirmière.
Dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité, le médecin de prévention et le délégué prévention veillent à coordonner leurs actions.

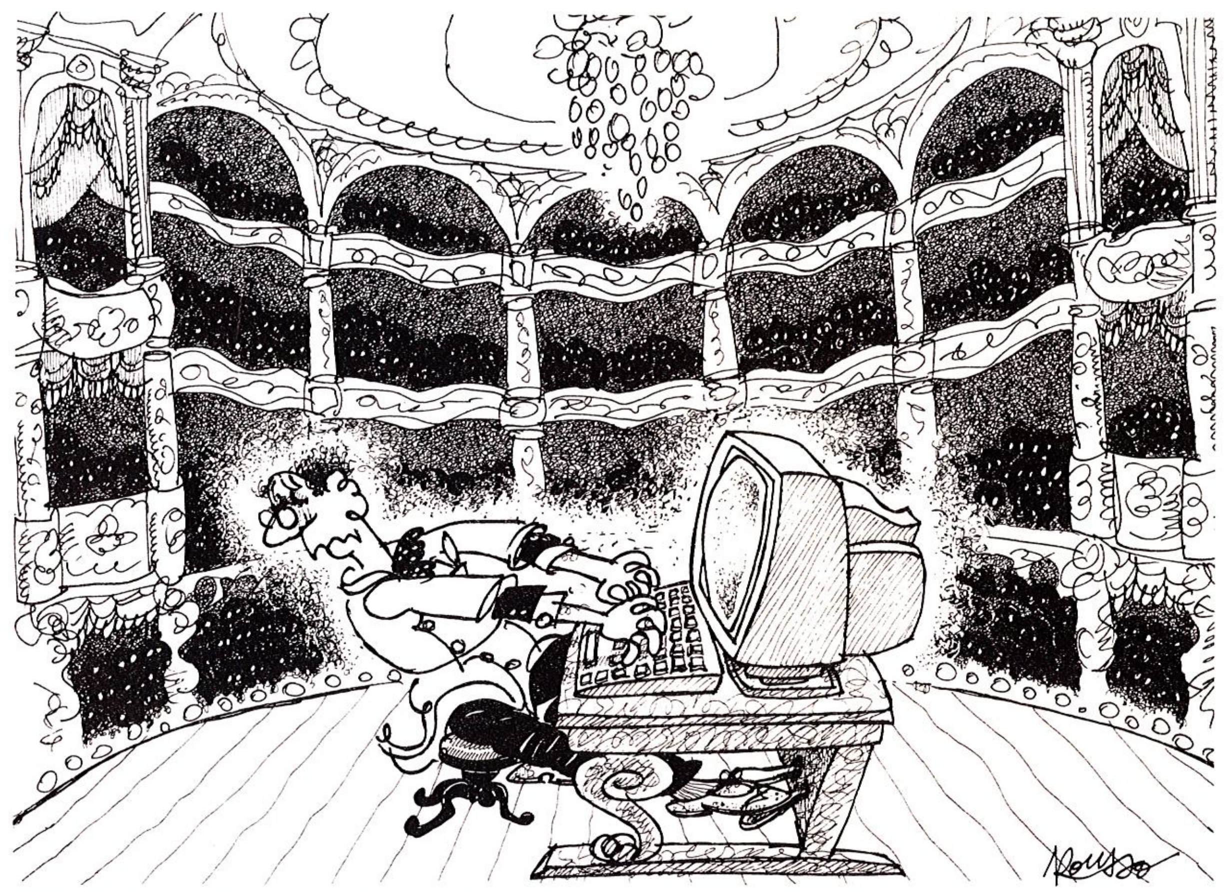
Budget de la médecine de prévention
Le budget pour l'année 2000 est de 4,85 MF. Cette somme est répartie en fonction des besoins de chaque centre.

Cette enveloppe sert :
• à rémunérer le temps médecin consacré à la médecine de prévention
• à payer les examens complémentaires, ainsi que les consultations spécialisées, prescrits par le médecin de prévention dans le cadre de la surveillance médicale particulière liée à l'exposition à un risque professionnel ou pour vérifier l'absence de contre-indication au poste de travail
• à payer les vaccins recommandés par le médecin de prévention pour prévenir un risque professionnel
• à payer les consultations de médecine statutaire ou de contrôle auprès des médecins agréés.

Docteur Philippe Binet,
médecin coordonnateur

L'aménagement de votre bureau : une affaire sérieuse !

La transformation du travail et de son organisation, l'évolution des technologies font qu'aujourd'hui un nombre sans cesse croissant de personnes est amené à avoir une activité de bureau ; au point que le bureau représente actuellement le paysage du monde du travail.
L'Inra n'échappe pas à cette évolution et à ces bouleversements technologiques, organisationnels et sociologiques... et pratiquement tous les agents ont maintenant une activité de bureau, qu'elle soit partielle ou permanente.
Certes, cette activité ne présente pas de risque majeur pour la santé. D'autres, à l'Inra, sont plus à risque ; mais l'idée reçue *travail assis = travail peu fatigant* n'en est pas moins fausse. En effet, effectuée dans de mau-



Le livre blanc de la recherche agronomique INRA, 1999, 50 pages. Dessins de R. Rousso ; Inrhapsodie (inédit).

vaises conditions d'aménagement et d'organisation, elle peut entraîner gêne, fatigue, stress.

Le respect de règles ergonomiques, de la conception du local à l'aménagement du poste de travail, permet d'éviter ces conséquences.

Aussi, afin de vous aider à appréhender ces notions, le guide de la collection "Réussir ensemble la prévention" – intitulé **Conditions de travail dans les bureaux - Aménagement des espaces de travail**, dont la première édition remontait à 1987, vient d'être réactualisé.

Ce document se propose d'être un guide pratique pour la conception et l'installation des postes de travail, avec ou sans écran. Vous y trouverez des recommandations et des normes, pour vous aider à trouver une solution adaptée à chaque poste ainsi que quelques données physiologiques simples, permettant une bonne compréhension de ces recommandations. Vous trouverez ce guide chez l'agent chargé de prévention de votre unité. Consultez-le, demandez conseils aux délégué et médecin de prévention de votre centre.

L'aménagement de votre bureau est une affaire sérieuse, ne le laissez pas aux mains du hasard. Le bureau, seul lieu d'activité avec un espace personnel : photos, dessins des enfants, objets, gravures, plantes, ..., méritait bien ce guide, pour faire de ce lieu un espace confortable, un véritable espace de vie, facteur d'harmonie.

Marc Mention,
Délégué Prévention, Montpellier.

Prix

• **Alexis Roy** a été sélectionné pour le prix Le Monde de la recherche universitaire pour sa thèse cofinancée par l'Inra et le Cetiom et réalisée au sein du Collectif sur les Risques, la Décision et l'Expertise (Cride) à l'unité Esr de Grenoble. Ce travail porte sur l'étude du traitement des risques environnementaux liés au Ogm au sein de l'expertise scientifique mise en œuvre par la Commission du Génie Biomoléculaire : **Roy A.** (2000), **Expertise et appropriation du risque. Le cas de la Commission du Génie Biomoléculaire. Analyse sociologique d'un dispositif d'accompagnement, d'innovation.** Thèse de doctorat de sociologie sous la direction de François Aballéa, Université de Rouen, (489 p + annexes).
La thèse sera publiée prochainement aux Presses Universitaires de France dans la série "Partage du savoir".
L'annonce officielle des 5 lauréats a été faite le vendredi 16 mars au salon du livre par Jean-Marie Colombani (Pdt du Monde) et en présence de Mme Delmas-Marty, Yves Coppens, Jean-Pierre Changeux, P. Rosenberg...

• **Roger Dapron** a été récompensé par une mention spéciale du prix Roberval dans la catégorie "Grand Public" pour le livre "**Notre pain quotidien**" publié en collaboration avec **Jacques Potus, France Laplume et Pierre Potus**. Le prix concerne les ouvrages qui favorisent la réflexion sur la technologie dans ses rapports avec la science, la culture et la société. Il a été remis lors d'une cérémonie à la Bibliothèque Nationale de France le 14 décembre 2000.
▲ Contact : Mél. potus@cnam.fr ■

Courrier

À propos de la date de création du bulletin Inra

• Une erreur sur la **date de création du bulletin Inra** dans votre "Point" du n° 108 sur *Inra mensuel* :
J'ai créé le premier bulletin de l'Inra en octobre 1962 et j'en ai confié la charge à Bertrand-Roger Lévy lorsqu'il est arrivé rue de Grenelle, début 1968.

Raymond Février,
ancien directeur de l'Inra.

À propos des ressources en protéines

J'ai dit des choses sur l'**histoire des protéines**, à l'occasion de la cérémonie du cinquantenaire de l'Inra à Dijon et également récemment à l'Académie d'Agriculture (séance du 17 janvier 2001).

"L'Inra avait alors élaboré un programme de recherches dont l'objectif était de faciliter le développement des ressources nationales en protéines destinées à l'alimentation de nos animaux. L'histoire de cette opération permet de formuler des réflexions d'ordre général portant sur la politique de recherches.
Sur les faits, je serai bref : en 1965, les organisations professionnelles nous avaient interrogés sur les possibilités de mettre en œuvre, en France, la production de soja dans de bonnes conditions. Elle aurait pu contribuer à l'approvisionnement d'une usine de trituration qu'il était question de construire à Nantes ou à St Nazaire. Nous avons élargi la question en la situant dans le cadre de la couverture du besoin en protéines de notre élevage. Celui-ci se développait, se modernisait et les importations d'aliments riches en protéines risquaient de devenir un fardeau économique et un risque politique excessifs. En janvier 1966, nous rendons un rapport qui montre qu'il est possible d'accroître la production française de protéines d'environ 50%. Si cette politique était décidée par les pouvoirs publics, l'Inra est prêt à développer des recherches.
Première observation : les questions posées par les utilisateurs de la recherche, privés ou publics, doivent souvent être reformulées en termes économiques, techniques, et surtout scientifiques plus adéquats. Cette transformation implique que les responsables de l'institution scientifique soient au courant du contexte général de la question posée.
Je n'insisterai pas sur les aspects purement scientifiques du programme proposé.
Je veux surtout évoquer quelques problèmes d'ordre général :
• Des recherches ont pu être proposées sans retard parce que des recherches "de veille" avaient été patiemment poursuivies depuis un certain temps alors qu'elles n'étaient demandées ni par les professionnels, ni par les pouvoirs publics : les travaux sur 200 variétés de soja ; le tannage des protéines destinées aux ruminants mis au point par Zelmen Zelter et André François... parmi beaucoup d'autres.
Ainsi l'Inra disposait d'un certain nombre de "têtes de pont" scientifiques. Elles permettaient rapidement de définir un programme sérieux et de le mettre en œuvre.
• La réalisation de ce programme impliquait des moyens importants. C'est là que des contrats de recherche pouvaient jouer leur vrai rôle pour compléter les moyens "ordinaires" en permettant de donner le "coup de reins" nécessaire à ces recherches. C'est un rôle différent de celui qui fut assigné aux contrats dix ans plus tard quand, pour des raisons idéologiques, on voulut leur faire remplacer une partie substantielle des crédits normaux de recherche. Ce fut le mérite de la Délégation générale à la recherche scientifique et technique, sous l'autorité de notre confrère P. Piganiol d'apporter rapidement sa contribution à notre effort.
• Ce programme de recherches impliquait aussi une action corrélative des pouvoirs publics dans le cadre de la politique agricole, comme cela avait été le cas, quelques années auparavant, quand il s'était agi d'accompagner les innovations qu'avaient mises au point, pour le maïs, nos confrères Luc Alabouvette et André Cauderon. Mais nos propositions ne retinrent pas l'attention du Gouvernement. Il faut dire qu'elles arrivèrent au moment où le portefeuille de l'agriculture changeait de titulaire en passant de Édgard Pisani à Édgar Faure.
• Malgré ce silence et notre dépit, l'Inra, avec les moyens modestes qu'il avait pu mobiliser, et grâce à sa relative indépendance, put, sans directives, donner un coup d'accélérateur à quelques-unes des recherches proposées. Cela permettait d'avancer et de se préparer pour le jour où la politique proposée serait décidée : c'est ce qui se passa dix ans plus tard. Que de temps perdu !
• Cet exemple, parmi d'autres, met en lumière une fonction de la recherche, souvent méconnue. En effet, selon la plupart des ministres de l'Agriculture, le rôle de la recherche est d'assurer le suivi de la politique agricole telle qu'ils l'ont conçue. Récemment encore, aux termes de la Loi d'orientation de 99, "elle doit être articulée avec les orientations du secteur économique". Cette conception ne permet pas de tirer tout le parti du système de recherches public qui peut, aussi, participer à l'élaboration de ces orientations, en éclairant le politique, en l'informant de certaines perspectives - positives ou négatives - qui peuvent découler de l'évolution des connaissances et des techniques.
• Je termine en rappelant que cet effort de recherches a pu être largement développé sans délai à la suite des décisions communautaires consécutives à l'embargo Nixon de 1973. La France était alors bien placée pour présenter des projets solides à l'appel d'offres lancé à Bruxelles. Ils ont été largement acceptés et leur qualité a permis de surmonter l'obstacle du "juste retour". Vous connaissez les succès évidents obtenus notamment en matière de colza, de pois et de tournesol et de leur utilisation en alimentation ani-

male. Ils ont suscité une vive réaction américaine qui a empêché notre Union Européenne de s'affranchir de sa dépendance alors qu'elle aurait pu techniquement le faire. "

Raymond Février

Recueillir les témoignages de retraités dans les centres

Les efforts de l'Inra pour réserver un meilleur accueil à ses jeunes recrues devraient l'inciter parallèlement à renforcer ses liens avec ceux, nombreux, qui s'apprêtent à partir prochainement à la retraite.

Comme le suggère l'un d'entre eux, Christian Touraille, les présidents de centre pourraient décider de réunir annuellement, autour d'un verre ou d'une galette, toutes les personnes retraitées qui y ont travaillé. Ils les inviteraient, à cette occasion, à témoigner oralement de ce qu'a été leur vie professionnelle ou à consigner par écrit les souvenirs heureux ou moins plaisants qu'ils en ont gardés. Ils pourraient leur proposer, par ailleurs, de regarder ensemble les photos qu'ils possèdent à titre personnel ou qui se trouvent dispersées dans certains laboratoires et de donner leur avis sur celles qu'il conviendrait que l'Inra conserve ou fasse reproduire, avec des légendes détaillées.

La Direction de l'Information et de la Communication qui se préoccupe de la sauvegarde et de l'enrichissement de la mémoire de l'Institut, pourrait contribuer au succès de ce projet en mettant à la disposition de candidats retraités ou encore en activité des matériels de qualité pour réaliser dans de bonnes conditions des enregistrements oraux ou des reproductions de photos, en organisant sur place des débats, des expositions, voire des concours autobiographiques. Le service Formation, en complément des sessions de préparation à la retraite qu'il organise déjà, pourrait proposer des ateliers d'écriture ou des formations à la "conduite d'entretiens".

Quant aux sections locales de l'Adas, elles pourraient aider beaucoup à la réussite de l'entreprise, grâce à leurs liens nombreux avec les retraités et à leurs capacités d'organiser, par exemple, des ateliers photos. Comment faire en sorte que ce projet encore balbutiant s'enrichisse et devienne l'affaire de tous ? Que tous ceux qui ont des idées en cette matière veuillent bien nous les faire connaître !

Denis Poupardin, Bernard Desbrosses,
Économie et Sociologie rurale
Chargé de mission "Archives orales".
63, bld de Brandebourg
94205 Ivry-sur-Seine cedex

À propos de "L'élevage des porcs en France"

"Monsieur le directeur,

Dans l'article sur la production actuelle de porcs en France [1], il est indiqué que l'on a observé depuis une trentaine d'années une réduction importante de l'adiposité des carcasses de porcs et l'auteur de l'article, M. Dourmad, se demande "si cette évolution ne s'est pas parfois faite au détriment de la qualité gustative de la viande, dans la mesure où les lipides intra-musculaires jouent un rôle important pour la qualité".

À mon avis, la réduction de l'adiposité des carcasses est d'origine plus ancienne et dès le début des années 50, le mouvement était déjà amorcé et impliquait l'Inra (avec notamment la mise en place du testage des verrats impliquant le contrôle des carcasses des descendants, avec aussi la création d'une épreuve de porcs abattus au concours général agricole qui bénéficiait de l'aide des techniciens de l'Inra) il y a 30 ans – c'est-à-dire en 1970 – la réduction de l'adiposité des porcs était déjà bien amorcée.

Quoi qu'il en soit de l'origine disons logique du phénomène, cette réduction de l'adiposité des carcasses est-elle un facteur important, responsable de la diminution de la qualité gustative de la viande de porc ?

En allant vite on peut dire qu'il existe une certaine relation - au moins d'ordre statistique - entre la quantité totale de graisse de la carcasse et la teneur en lipides intra-musculaires d'un muscle donné. Mais peut-on nous dire quelle était la teneur en lipides intramusculaires [2], par exemple de la noix de côtelette, dans les années 1950 ou 1970 et quelle est cette teneur en l'an 2000 ? Cette différence entre côtelettes des deux époques est-elle susceptible d'expliquer l'énorme différence existant dans la qualité gustative des deux types de viande ?

Pour les années 1950, je parle de mémoire et pour la période actuelle je l'expérimente et je la déplore.

Je doute que la faible différence qui peut – probablement – exister dans les teneurs en lipides intra-musculaires permette d'expliquer l'abîme existant entre les deux niveaux de qualité "1950" et "2000".

Pour expliquer l'effondrement de la qualité de la viande de porc, mieux vaut ne pas oublier que pour réduire l'adiposité des carcasses de porcs, on a surtout fait appel à de nouveaux types génétiques et que, ce faisant, on a, à la fois : réduit l'adiposité et modifié le type musculaire (qui convient à la viande consommée).

Par type musculaire, j'entends : le développement volumique des muscles ; la part relative des différents types de fibres musculaires ; le métabolisme de la glycolyse post-mortem...

Je vous livre mes réflexions sur ce point en pensant que si l'on fait "Le Point" sur une question, il faut essayer d'être le plus complet possible, ne serait-ce que pour permettre aux lecteurs de votre publication, et en premier lieu aux jeunes chercheurs de votre institut, d'entrevoir les solutions que l'on peut mettre en œuvre – avec ou sans l'Inra – pour remédier à la situation déplorable que l'on constate en ce qui concerne la qualité de la viande de porc.

Croyez, je vous prie, à l'assurance de mes sentiments distingués.

B. Dumont,
ancien chercheur à l'Inra. ■

[1] Une production industrielle ? Idées reçues et réalités" par Jean-Yves Dourmad Inra mensuel n°107, sept.-oct. 2000.

[2] Ordre de grandeur de la teneur "moyenne".

Nature



Serpolet. La flore médicale, décrite par F.P. Chaumeton, Chamberet et Poiret peinte par E.P. Panckoucke et par P.J.F. Turpin. Tome sixième, Paris, éd. C.L.F. Panckoucke, 1818.

Ce texte est paru dans la revue "L'Alpe", n°11, mars 2001, aux Éditions Glénat-Musée Dauphinois. Nous les remercions de leur aimable autorisation.

Références bibliographiques

[1] Chabert A., 1897, Plantes médicinales et comestibles de Savoie, Challe les eaux, Curandira, 1897.

[2] Froc J., 1991, Hypothèses sur la diversité des types de fromages et des pratiques à grande échelle, Bull. de la société d'Ethnozootechnie, n° 47, Paris, 1991.

[3] Dictionnaire des fromages étrangers, 1955, La Technique laitière, n° 171, 1955.

* Docteur en biologie animale, ingénieur chargé de mission au SAD, responsable de l'Inventaire des produits alimentaires traditionnels en France (Conseil National des Arts Culinaires), en Union européenne (Euroterroirs) et en Europe centrale (PECO).

** Qui tantôt est l'autre nom du schabsieger (en Allemagne), tantôt est une variante du *hopfenkäse* qui veut dire fromage de houblon.

Ces plantes du fromage !

Des plantes qui coagulent le lait

Nous savons que le lait coagule naturellement sous l'effet de la fermentation du lactose en donnant de l'acide lactique. C'est la coagulation acide utilisée depuis les temps les plus anciens. Une deuxième voie est celle de la coagulation à la présure qui est une solution d'enzymes d'origine animale.

Ces deux modes, répandus dans tous les pays laitiers, sont parfois remplacés par des pratiques rencontrées ici ou là, adaptées aux situations "locales". Ainsi la coagulation peut venir de pratiques que l'on retrouve dans le monde entier, par l'emploi, non pas d'acide lactique ou d'enzymes animaux, mais d'extraits végétaux. La richesse des situations traduit une imagination débridée qui enrichit la fromagerie et les pratiques qui lui sont liées.

La grassette (*Pinguicula vulgaris*), de la famille des Lentibuliacées, est une plante carnivore qui porte aussi les noms de "langue d'oie, taliéta ou caille", dont les feuilles sont riches en enzyme capable de coaguler le lait. Elle affectionne les milieux froids et marécageux des Alpes, où elle fut utilisée, mais on la trouve aussi en Laponie suédoise où l'on produit un lait de vache filant, le *tâttmjölk*, après un caillage à l'aide de cette espèce à fleurs insectivores des milieux humides.

Autre pratique, disparue celle-là, dans le Beaufortain, qui consistait [1] à macérer à froid des fleurs de serpolet, une labiée *(Thymus serpyllum)*, des fragments de chardon, une composée du genre *Carduus* et de gaillet vrai (*Galium verum*), une rubiacée, afin d'obtenir une solution coagulante conservée en bouteille. Ou encore, l'emploi par les fromagers de Savoie du transloten, une hypériacée *(Hypericum quadranculum)* dont le pouvoir coagulant donnait d'excellents résultats.

Des plantes pour colorer et aromatiser les fromages

Certains aspects de la technologie sont très orientés sur l'apparence du fromage. Ainsi, de très nombreux produits sont teints sur la croûte ou dans la pâte. Parfois, les colorants végétaux apportent des caractères aromatiques très spécifiques. L'usage de plantes correspond en fait à une recherche esthétique, sorte de "jeu social" [2] où olfaction et vision remplissent des fonctions aussi fortes que la satisfaction des besoins alimentaires.

Enfin, certaines de ces pratiques renvoient à des connaissances pharmacologiques très abouties, d'où une grande diversité d'utilisation de plantes ou d'extraits végétaux qui apportent couleurs, parfums et saveurs.

Ainsi en était-il de la fabrication du montavoner autrichien [3] décrit dans le *Dictionnaire des fromages étrangers*, fromage rare ou disparu, fait de lait de vache, à pâte lactique semi-pressée. Après coagulation et égouttage du caillé, celui-ci était aromatisé avec les feuilles séchées et broyées d'achillées, *Achillea moschata* et *Achillea atrata*, courantes dans les alpages suisses et autrichiens, puis moulé et pressé. Sa pâte rappelait celle du sapsago ou *glarner schabsieger* dénommé encore fromage-vert, fabriqué en Suisse dans le canton de Glaris. Il est de forme tronconique, très dur, de couleur vert bronze et brillant. Fait de pâte maigre de lait de vache, à coagulation lactique, il contient une poudre de trèfle séché dont le vert profond est accentué par l'acidité de la pâte. Il est fabriqué au lait écrémé acidifié et chauffé à ébullition ; ce qui précipite au fond de la cuve les caséines, et fait floculer en surface les protéines solubles. Ces protéines sont récupérées et pressées. Après un affinage de quelques semaines, la pâte sèche est broyée à la meule, puis additionnée d'un broyat de mélilot bleu *(Trifolium melilotus officinalis)* ou de trigonelle des prés *(Trigonella cerulea)*. Le tout est alors pressé fortement. Ce fromage puissant est utilisé râpé dans les sauces, les soupes et les plats. Quant à ce trèfle, il fut rapporté d'Asie mineure et cultivé par les moines de l'abbaye de Säckingen. Dans la même filiation, il existe aussi un fromage du même type dans les Alpes allemandes, le *krauterkäse***. Fait comme le fromage vert, son aromatisation est externe, à base de feuilles de houblon *(Humulus lupulus)* dans lesquelles il est emballé et affiné jusqu'à dessication.

Autre pratique, celle des foins employés, ici ou là, pour ressuyer ou enrober les fromages. La composition floristique des fourrages en graminées comme la flouve odorante *(Anthoxanthum odoratum)* et en rubiacées comme l'aspérule (*Galium odoratum*) développe une forte odeur dite de "foin", qui n'est autre que la coumarine qui fut découverte lors de l'étude du mélilot et des bienfaits qu'il opérait aux dires de nombreux amateurs du sapsago suisse.

En reliant ces éléments autour des arômes et des couleurs, on est tenté de faire des rapprochements et de formuler des hypothèses sur l'objectif recherché dans les usages en fromagerie, de plantes aussi riches en coumarine. S'agissait-il de donner un aspect attrayant au fromage afin de mieux le vendre ou des qualités de "bien-être" grâce aux caractères bénéfiques de ces plantes qui, cependant, n'ont jamais été décrites pour ces potentiels restés "masqués" ?

Notons toutefois que ces "plantes du fromage", colorantes, aromatiques, voire coagulantes, sont riches en composés phénoliques dont le précurseur est l'acide *p*-coumarique, lui-même précurseur de nombreuses molécules "sensibles" rencontrées dans le café, la vanille, les thés de Chine ou de Bourbon, mais aussi dans le "thé d'Europe", autre nom du mélilot séché. Le "bio" aurait-il été déjà à la mode dans les siècles passés ?

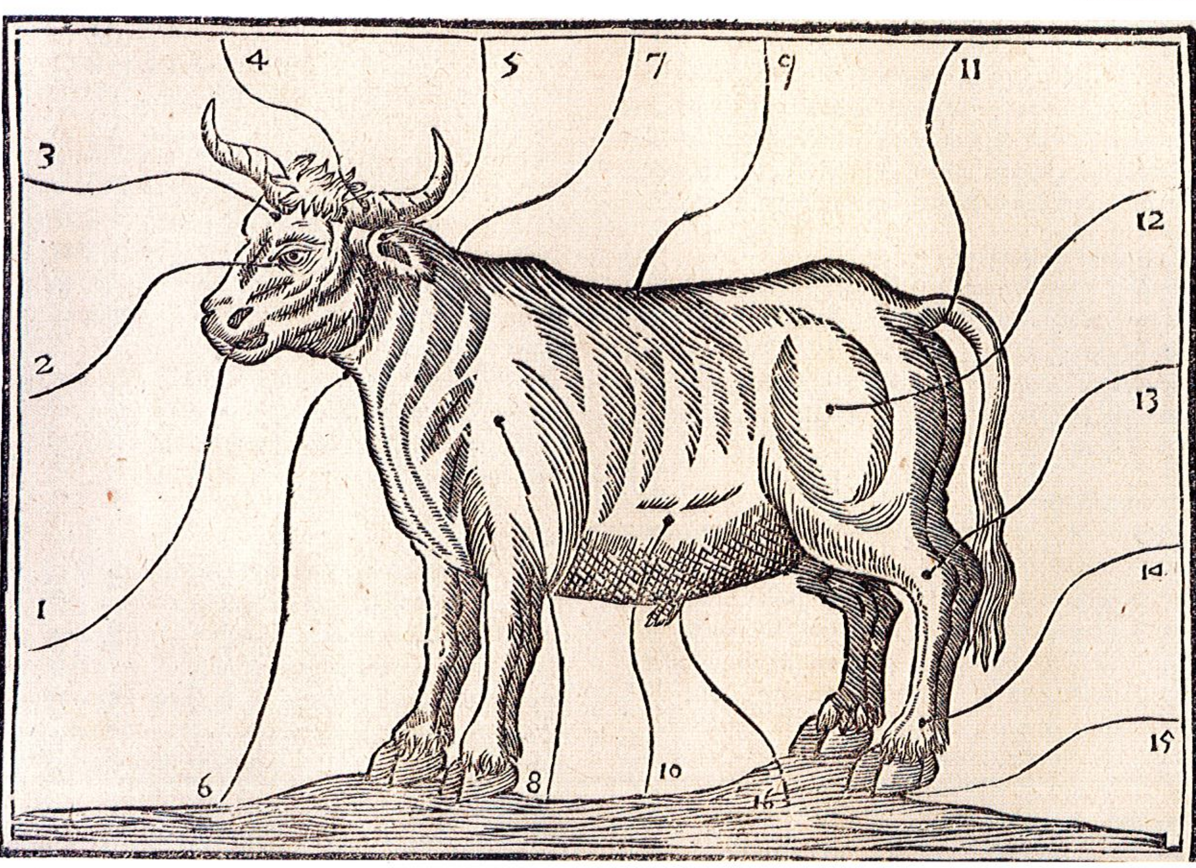
*Jean Froc** ■

À propos de la fièvre aphteuse

Le Point

Venant s'ajouter aux maladies à prions, une épizootie de fièvre aphteuse se développe depuis le début de l'année en Europe. Nous avons interrogé sur ce thème Jacques Laporte, virologiste, qui a été responsable à l'Inra des recherches sur cette maladie ; Jean-Pierre Lafont, chef du département de Santé animale ; Pierre Rainelli et Olivier Mahul, qui travaillent sur l'aspect économique des épizooties ainsi que Jean-Marie Aynaud, ancien chef du département de Pathologie animale, qui fait ici le point sur l'évolution de la situation sanitaire en France depuis 1945, notamment pour la fièvre aphteuse, la peste porcine, la tuberculose et la brucellose ainsi que sur la place de la recherche en ces domaines.
Il s'agit essentiellement des recherches de l'Inra. Le contexte d'ensemble de cette maladie n'est pas évoqué ici, ni la situation des éleveurs déjà gravement touchés par ailleurs, ni l'émotion de la société marquée par les images au delà des mots, qui appellent une nouvelle réflexion sur le lien entre agriculture et société.

Denise Grail



"Des maladies des bêtes à cornes
Avant que d'en venir au détail, il est bon de donner ici la figure d'un bœuf, qui marquera les parties sur lesquelles se jettent la plupart des maladies auxquelles il est sujet..."
La nouvelle maison rustique ou Économie générale de tous les biens de campagne, 4e édition, tome 1er, Paris, 1736

Fièvre aphteuse Rappel de quelques notions

Historique
Un fléau qui redevient actuel

C'est en Italie au seizième siècle que l'on décrit pour la première fois une épizootie de **fièvre aphteuse** (Frascatorius Venise 1546) : les bovins refusaient leur nourriture, l'intérieur de leur bouche était couvert de rougeurs et de petites vésicules qui se développaient ensuite sur les pieds de l'animal. La plupart des animaux atteints guérissaient. La maladie se propagea dans plusieurs provinces autour de Vérone. On pensa d'abord que la dissémination se faisait par l'air, mais on n'excluait pas d'autres vecteurs tels que l'eau et les marécages. Cette description faite il y a plus de 400 ans est tout à fait comparable à celle que l'on pourrait faire actuellement, à la localisation géographique près, d'une épizootie [1] due au virus de la fièvre aphteuse.

En 1897, les Allemands Löffler et Frösch démontrent la filtrabilité de l'agent pathogène et dégagent pour la première fois la notion de virus ; ils établissent dès lors l'efficacité de la séroprévention. L'étude expérimentale se poursuit grâce à l'utilisation en 1920, par Waldman et Pape, de la sensibilité du cobaye à cette maladie.
Cependant, dès 1922, un grand progrès est fait lorsque Vallée et Carré prouvent qu'il y a plusieurs types antigéniques de ce virus, expliquant ainsi la possibilité d'infections successives chez un même animal.
Une étape décisive est franchie par Waldman et Köbe (1937) qui obtiennent un vaccin inactivé par le formol et la chaleur.
En 1947, Frenkel obtient la production du virus sur épithélium lingual bovin en survie.
En 1955, Seelers et Bachrach produisent indépendamment du virus en culture de cellules *in vitro.*
En 1958, F. Brown et Mussgay extraient simultanément l'acide ribonucléique infectieux du virus.

[1] Épizootie : maladie épidémique qui ne frappe que les animaux.

Le virus de la Fièvre aphteuse

Le virus de la Fièvre aphteuse est un virus du groupe des "Picorna".
Le Comité International de Nomenclature des Virus a défini en 1963 la famille des *Picornaviridae* de la façon suivante : ce sont de petits virus à symétrie cubique dont le diamètre est compris entre 150 et 300nm. Ils sont nus n'ayant pas d'enveloppe lipidique ; ils sont insensibles à l'action de l'éther et des solvants organiques, ils se multiplient dans le cytoplasme cellulaire.
Leur acide nucléique est un ARN simple brin. Le génome de ce virus, comme celui de nombreux virus ARN est susceptible de muter fréquemment donnant ainsi à ce type de virus des facultés d'adaptation particulièrement importantes.
La famille des *Picornaviridae* comprend actuellement 6 genres : Enterovirus, Rhinovirus, Cardiovirus, Hepatovirus, Kobuvirus et Aphtovirus, (genre créé pour le virus de la Fièvre aphteuse).

Types et sous-types

Différentes techniques sérologiques basées sur la fixation du complément et la neutralisation du virus par les anticorps spécifiques, de même que les expériences d'immunodiffusion en gélose, ont permis la mise en évidence de 7 types immunologiques de virus :
• les types classiques euro-asiatiques : O, A, C
• les types originaires des territoires d'Afrique du Sud : SAT1, SAT2, SAT3
• un type rencontré dans quelques pays d'Asie : ASIA 1
Le Laboratoire Mondial de Référence a pu en outre définir 53 sous-types : 23 A, 10 O, 4 C, 7 SAT1, 3 SAT2, 4 SAT3, et 2 ASIA1
Le type du virus qui se développe actuellement en Angleterre est le O.

En 1973 à l'Inra, Jacques Laporte et ses collaborateurs en virologie à Thiverval-Grignon établissent la structure polypeptidique de la capside virale et démontrent le rôle essentiel du peptide structural VP1 dans la production des anticorps neutralisants protecteurs chez l'animal vacciné.

De nouvelles recherches ?

Il est tout à fait envisageable actuellement de développer des travaux afin de mettre au point des vaccins et/ou des tests de dépistage qui conduiraient à la distinction entre les animaux vaccinés et les animaux naturellement contaminés par le virus. Les bases scientifiques de tels vaccins et de tels tests existent.

Espèces affectées

La fièvre aphteuse atteint d'une façon générale les animaux sauvages et domestiques à onglons fendus, c'est-à-dire les ongulés artiodactyles (à doigts pairs). Les principales espèces sensibles sont les bovins, les porcins, les ovins et les caprins, mais on peut en citer bien d'autres dans la faune sauvage ou domestique (cerf, daim, chamois, alpaga, antilope, gazelle, bison, buffle, girafe, gnou, lama, mouflon, phacochère, sanglier, yack, zébu). Les animaux sauvages ne sont cependant pas des réservoirs de virus dans nos pays tempérés.
On a pu en laboratoire obtenir la multiplication du virus chez le cobaye, le hamster, le hérisson, le lapin, le rat et la souris.
La réceptivité de l'homme à la fièvre aphteuse reste exceptionnelle.

Mode de production agricole et fièvre aphteuse

Les médias ont repris avec complaisance l'affirmation selon laquelle l'agriculture "intensive", "productiviste", "industrielle", serait directement responsable de la nouvelle épidémie de Fièvre aphteuse. Quelle que soit la position de chacun vis-à-vis de l'agriculture intensive, l'exemple de la Fièvre aphteuse est mal choisi, pour en dénoncer les méfaits supposés.
• D'un point de vue historique, la maladie est restée présente en Europe occidentale à l'époque de l'agriculture dite traditionnelle de l'avant et de l'immédiat après-guerre et a été contrôlée, puis éradiquée pendant la période majeure d'accroissement de la productivité agricole, dans les années 60-90. (voir le texte de Jean-Marie Aynaud).
• D'un point de vue géographique, la plus forte prévalence actuelle existe dans les régions où l'agriculture est la plus "traditionnelle" : Proche et Moyen-Orient, sous-continent Indien, Asie orientale, Amérique du Sud, Afrique. Elle est absente des pays de l'OCDE, ceux dont l'agriculture est la plus intensive, où les réapparitions épisodiques résultent d'introductions à partir de pays infectés.
L'accroissement des échanges et de la circulation des animaux et des humains est un facteur favorisant ces réintroductions, mais il est plus lié à des facteurs sociaux et commerciaux qu'à l'organisation de la production agricole. De même, la réduction du nombre d'abattoirs, imposant davantage de transports d'animaux et accroissant ainsi le risque de dissémination de la maladie, est liée aux exigences accrues en matière d'hygiène, de contrôle et de sécurité sanitaire des aliments, qui s'imposent quel que soit le mode de production.

Jean-Pierre Lafont, Chef du département Santé animale, Tours.

[2] Un aphte qui libère son liquide répand 10^8 particules infectieuses de virus dans l'environnement.

[3] Enzootique : maladie épidémique qui frappe une ou plusieurs espèces animales dans une même région.

Symptômes cliniques

Deux catégories de synonymes servent à désigner cette maladie :
• un groupe d'origine latine : les appellations fièvre aphteuse (français), Fièbre aftosa (espagnol) Afta epizootica (italien) rappellent la vésicule spécifique de cette maladie,
• un autre groupe d'expressions d'origine anglo-saxonne évoque les lieux d'apparition de ces aphtes : Foot and Mouth Disease (anglais) Maul-und-Klauenseuche (allemand).

La maladie se caractérise par une fièvre suivie de l'apparition de vésicules sur les membranes muqueuses de la bouche, sur le museau, sur la peau, autour et entre les onglons des pieds.
Chez les bovins, les aphtes se trouvent surtout sur la langue et les pieds. Dans le cas des vaches laitières, on les rencontre aussi sur les pis. Des lésions macroscopiques apparaissent sur la panse et le cœur. Chez le porc, les vésicules affectent le groin et les pieds, tandis que chez le mouton et la chèvre, seules les lésions des onglons sont symptomatiques.
Cette maladie est relativement bénigne (5% de mortalité) excepté chez les animaux jeunes où elle est plus souvent mortelle et chez les femelles gestantes dont elle provoque l'avortement.

Transmission

La fièvre aphteuse est une maladie extrêmement contagieuse [2] ; elle se propage sous forme épizootique et enzootique [3]. Le seul vecteur direct connu est l'animal infecté lui-même surtout pendant la phase fébrile où l'on rencontre le virus dans le sang, les organes, les sécrétions, les excrétions. Cependant, le virus libéré peut subsister assez longtemps dans le sang séché, sur le sol, le bois, les vêtements... et être transporté à assez grande distance par le vent.
Certains animaux guéris peuvent rester porteurs de virus infectieux situés dans leur pharynx.

Par ailleurs, durant la conservation normale des carcasses d'animaux destinés à la boucherie, à 4°C, le pH du tissu musculaire descend à 5,5 ; ce qui entraîne la destruction rapide du virus. Ce dernier reste infectieux de nombreux mois dans la moëlle et les ganglions.

En raison de cette extrême contagiosité, il faut tout faire pour tuer cette maladie dans l'œuf. Malheureusement la meilleure mesure pour y parvenir est l'abattage des animaux des espèces sensibles. Vacciner en zone infectée permettrait de limiter la contagion mais n'éviterait pas les abattages, seul moyen d'éradiquer. Il faut l'accompagner de la limitation des déplacements des animaux mais aussi des humains pour éviter qu'elle se propage. Même s'ils ne développent pas la maladie, les chiens, les chevaux et les chats... peuvent être porteurs du virus sur leur pelage, comme les personnes, qui "transportent" la terre sous leurs chaussures et les véhicules. Cela explique des mesures comme la décontamination systématique des biens

et des personnes en zone de risques, mais aussi celles qui visent à interdire les marchés, les courses hippiques...

Conséquences économiques
La fièvre aphteuse a des conséquences économiques considérables. Tous les animaux non vaccinés sont atteints et il faut procéder à leur abattage. Les pertes sont très importantes en jeunes (avortement, mortalité), en viande (les animaux ne se nourrissent plus) et en lait. Le commerce des viandes est désorganisé. Un exemple frappant est celui de la Grande-Bretagne : au cours de la grande épizootie de 1967-1968, il a fallu abattre 211.825 bovins, 113.766 porcins, 108.345 ovins, 51 caprins soit un coût de 26,5 millions de livres. En France, de 1952 à 1958, années où cette maladie était répandue en France, les pertes se sont élevé à 100 millions de francs par an.
L'article suivant de Pierre Rainelli et d'Olivier Mahul, évalue les conséquences économiques d'une épizootie de fièvre aphteuse à partir d'un modèle de simulation.

Fièvre aphteuse, le retour. Quelques réflexions [4]
L'arrêt de la vaccination contre ce fléau de nos élevages a été décidé par l'Union européenne en 1991 car on avait pu constater que, dans les années 1980, les quelques foyers de fièvre aphteuse apparus en Europe étaient dus à des vaccins mal inactivés. En outre, cette vaccination annuelle de tout le cheptel bovin coûtait cher... Lorsque j'appris cette mesure, je fus étonné car si effectivement la fièvre aphteuse était éradiquée dans les pays de l'Union européenne, d'Amérique du nord et d'Argentine, elle subsistait à l'état endémique en Turquie, en Iran, en Irak et aux frontières de l'Est de l'Union européenne. Fallait-il exposer à cette menace d'un virus hautement diffusible et extrêmement contagieux un cheptel immunologiquement vierge ? Je ne le croyais pas mais d'autres en décidèrent autrement !
Dans ces circonstances dramatiques pour nos éleveurs, rappelons cependant un aspect moins inquiétant : ce virus est très peu infectieux pour l'homme chez lequel il ne provoque qu'exceptionnellement une maladie bénigne et apparemment rare, dans l'état actuel des connaissances. Dans nos pays développés d'Europe, nous ne vivons pas en vase clos. Bien sûr, nous avions débarrassé nos élevages de cette menace mais elle restait présente à notre porte et pouvait pénétrer telle les Grecs dans le cheval de Troie profitant des mouvements d'animaux et de population. Alors plus de rigueur, moins de laxisme dans nos contrôles sanitaires afin d'éviter de se trouver confrontés cette fois-ci à une épidémie et non plus à une épizootie.

Jacques Laporte,
Direction scientifique Nutrition humaine
Sécurité des aliments, Jouy-en-Josas.
Chargé de mission "microbiologie".

[4] À l'instant ou j'écris ces mots le communiqué de presse que je redoutais tant du ministère de l'agriculture arrive sur mon bureau. "Le 13 mars 2001 : le 1er foyer de fièvre aphteuse vient d'être confirmé dans une exploitation de 114 bovins de la Mayenne, voisine d'une exploitation ayant importé des ovins britanniques en février. Le plan d'alerte "fièvre aphteuse" vient d'être déclenché par la préfecture de la Mayenne. Tous les bovins de l'exploitation ont été abattus et seront détruits par incinération dans la journée".

Évaluer les conséquences économiques d'une épizootie de fièvre aphteuse

à partir d'un modèle de simulation

À la demande du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, une équipe de l'Inra a réalisé entre 1995 et 1997 une étude afin d'évaluer les conséquences économiques d'une épizootie de fièvre aphteuse en France. Le modèle de simulation mis au point à cette occasion permet d'analyser la situation actuelle liée à la réapparition de la fièvre aphteuse et ses conséquences économiques. Dans tous les cas étudiés, c'est la stratégie d'abattage des troupeaux infectés et des troupeaux ayant pu être en contact avec le virus qui permet de limiter au mieux les pertes économiques. Les stratégies faisant appel à la vaccination d'urgence augmentent la durée des embargos à l'exportation des produits. Les recherches montrent que la durée de ces embargos est la première source de pertes économiques pour l'économie française au cours d'une épidémie de fièvre aphteuse : jusqu'à 370 millions de francs par semaine d'embargo.

Depuis 1991, la France et l'ensemble des pays de l'Union européenne ont renoncé à la vaccination systématique préventive des bovins contre la fièvre aphteuse. Cette décision a été prise dans le cadre de la libre circulation des animaux entre États membres à l'intérieur de l'Union européenne. Elle permet en outre de mieux valoriser les produits bovins communautaires à l'exportation en offrant un accès aux pays de la zone Pacifique indemnes de fièvre aphteuse sans vaccination (Amérique du Nord et Extrême-Orient en particulier).

En cas d'apparition d'un foyer primaire de fièvre aphteuse, deux périmètres sont délimités : d'une part, une zone de protection d'un périmètre de 3 km autour du foyer, d'autre part, une zone de surveillance d'un périmètre de 10 km autour du foyer.

La réapparition de la fièvre aphteuse
Un contexte différent

Celle-ci menace aujourd'hui des populations animales, bovins, ovins et porcins qui n'ont aucune immunité contre ce virus, et cela est sans précédent. Avant la mise au point du vaccin dans les années 50, la maladie était endémique, les foyers fréquents. De fait, au moins une partie des animaux étaient immunisés parce qu'ils avaient eu la fièvre aphteuse, maladie non mortelle généralement. Ensuite, de la fin des années 60 jusqu'en 1991, la plupart des pays de la Communauté européenne vaccinaient chaque année leurs bovins. Les bêtes avaient donc des anticorps leur permettant d'affronter une éventuelle fièvre aphteuse apportée par les petits ruminants et les porcins, lesquels n'ont en revanche jamais été vaccinés, et cela pour des questions économiques. Le Royaume-Uni, lui, n'a jamais vacciné ses bovins contre la fièvre aphteuse, préférant abattre en cas de crise. Il a donc toujours constitué une menace pour le continent, d'autant plus qu'il est fortement exportateur de moutons.

D'après une interview de Pierre Rainelli dans Libération du 10/11 mars 2001.

Vaccinner ou pas ? des raisons économiques

La fièvre aphteuse bloque les exportations. Dès qu'un foyer est identifié quelque part, les échanges se ferment à cette zone. L'embargo doit durer au moins trois mois après que le dernier animal contaminé ait été abattu. C'est une perspective redoutable pour l'économie européenne. L'exportation des bovins, ovins, porcins et des produits liés représentaient, en 1999, 50 milliards de francs pour la France. De façon générale, l'agriculture européenne mise sur l'exportation. Or, cela date seulement des années 60. Après la Seconde Guerre, l'objectif était l'auto-suffisance. Avec la modernisation de l'agriculture, l'exportation est devenue l'étape suivante. C'est d'ailleurs pour protéger ses exportations que Bruxelles a décidé d'arrêter la vaccination anti fièvre aphteuse en 1991.

Alors que la maladie était devenue rare, la vaccination empêchait d'exporter vers l'Amérique du Nord, la zone Pacifique et le Japon. Ces pays, indemnes de fièvre aphteuse, refusent en effet d'acheter des animaux vaccinés parce qu'ils sont impossibles à distinguer, par test sérologique, des animaux porteurs sains du virus.

Par ailleurs, la fièvre aphteuse ne tue pas les bêtes, elle fait baisser, pendant un temps, les rendements, sur une échelle d'autant plus grande qu'elle touche plusieurs espèces et qu'elle est très contagieuse. Or, toute l'agriculture moderne repose sur la maîtrise des variations de production. Les marges de profits sont faibles, la compétition forte, les baisses de production très pénalisées, les alertes vivement répercutées sur les cours. En outre, c'est une agriculture spécialisée : ici de l'élevage, là des grandes cultures. Alors qu'avant guerre, s'il y avait de la fièvre aphteuse dans la ferme, on pouvait vivre des revenus des champs, le temps que les bêtes se remettent. Enfin, l'autarcie a cédé la place à des échanges fréquents, multipliant les risques de contamination. Les marchés et les abattoirs forment d'énormes rassemblements de bêtes.

D'après une interview de Pierre Rainelli dans Libération du 10/11 mars 2001.

Parmi l'ensemble des stratégies de lutte étudiées par les chercheurs, c'est la stratégie d'abattage total des troupeaux infectés et d'abattage préventif des animaux ayant pu être en contact avec le virus, sans vaccination, qui est la plus efficace en termes de minimisation des pertes économiques (voir encadré : vacciner ou pas ?) pour l'ensemble de l'économie française permettant de réduire de 60% la durée de l'épizootie par rapport à une stratégie d'abattage total, dans le cadre d'une épizootie d'ampleur moyenne. La stratégie d'abattage total des seuls animaux infectés, sans vaccination, vient en deuxième position.

Les stratégies faisant appel à la vaccination d'urgence sont nettement moins efficaces en termes de réduction des coûts économiques.

En effet, la première source de pertes résulte des embargos imposés par les pays importateurs. L'application d'une stratégie de vaccination d'urgence accroît la durée de ces embargos du délai correspondant à l'abattage des animaux vaccinés. Dans un scénario de fièvre aphteuse en Bretagne, toute semaine additionnelle d'embargo engendre des pertes à l'exportation compris entre 82 et 370 millions de Francs selon la rigueur de l'embargo en termes de produits et de zones concernés.

S'agissant de l'épizootie actuelle en Fance, les premières simulations font apparaître qu'avec l'abattage total et préventif, les pertes économiques sont de 3 à 7 milliards de Francs selon la date de levée de l'embargo (dans une fourchette allant de début avril à fin juin). En cas de vaccination, ce coût doublerait.

Compte tenu des pertes qu'entraîne la mise en œuvre d'une campagne de vaccination d'urgence, celle-ci ne devrait être envisagée que dans le cas où les mesures sanitaires strictes s'avéreraient inefficaces, c'est-à-dire dans le cas où les mesures ne permettraient pas de circonscrire rapidement l'épizootie. L'étude faite montre que les conditions seraient réunies si l'on **anticipe** une situation où l'épizootie durerait au moins 5 mois et avec au moins 500 troupeaux contaminés.

Olivier Mahul, Pierre Rainelli,
Économie et Sociologie Rurales, Rennes
Rédaction par Olivier Rechauchère,
service de Presse, avec les auteurs.

Maîtriser les grandes maladies animales

Évolution du contexte français depuis 1945 et rôle de l'Inra

La situation sanitaire entre 1945 et 1955

La décennie qui a suivi immédiatement la fin de la deuxième guerre mondiale peut être caractérisée, sur le plan de la santé animale et au niveau de la France métropolitaine, par la situation suivante :

• **Ampleur des risques sanitaires** et importance considérable des conséquences économiques des grandes maladies contagieuses de l'époque :
- *la fièvre aphteuse* frappait régulièrement les ruminants et les porcs en provoquant des ravages dont l'ampleur, difficile à évaluer précisément, pouvait être considérable : par exemple en 1952, 340 000 foyers de fièvre aphteuse ont été enregistrés,
- *la peste porcine* classique provoquait 100% de mortalité dans les troupeaux de porcs atteints,
- *la tuberculose* était présente en moyenne dans 10% des cheptels bovins avec les risques de diffusion à l'homme,
- *la brucellose* sévissait en moyenne dans 35% des troupeaux bovins en provoquant avortements et contamination à l'homme et aux autres animaux.

• **Absence d'approche collective des problèmes sanitaires.** La prophylaxie individuelle et volontaire par les éleveurs constituait alors la seule voie possible pour tenter de maîtriser ces risques avec un arsenal très réduit (vaccins).

• **Enfin manque général de moyens** en relation avec la faiblesse des services vétérinaires en moyens humains et financiers.

Cette période a donc été marquée par des **risques multiples**, par une probabilité élevée d'apparition des maladies contagieuses majeures et par une **faiblesse** des moyens de lutte.

• **1951 a été un tournant** dans la conception de la lutte contre les maladies : pour pallier les difficultés de l'admi-

nistration et l'inefficacité des actions sanitaires au niveau des départements, le ministre de l'Agriculture (Pierre Pflimlin) a lancé une grande opération de partenariat entre les services vétérinaires du ministère de l'Agriculture, les vétérinaires praticiens et les éleveurs. Ces derniers ont été incités à se regrouper collectivement en GDS. (groupements de défense sanitaires) et à accepter certaines règles communes pour lutter contre la tuberculose, la brucellose et la fièvre aphteuse. Le premier GDS a été créé en 1951 en Vendée : la Fédération nationale des GDS (rassemblant une vingtaine de GDS) en 1954. La mise en place des décrets et arrêtés organisant les grandes prophylaxies nationales (fièvre aphteuse, brucellose) s'est fait progressivement entre 1958 et 1974.

La situation sanitaire de 1955 à 1982

L'organisation collective mise ainsi en place à partir de 1954 a porté rapidement ses fruits. De plus, la création de caisses mutuelles (financées par les cotisations des éleveurs) ont permis de compléter, dans de bonnes conditions, les indemnisations de l'État pour les élevages frappés par ces maladies et d'orienter ces derniers vers un abattage collectif. En parallèle, les premiers vaccins disponibles (fièvre aphteuse, brucellose) ont commencé à être utilisés. De ce fait, la situation s'est améliorée. Ainsi, dans certains départements très atteints par la tuberculose, le taux de prévalence initiale a baissé de 30% à 2% environ.

En 1961, les **recherches vétérinaires** jusque-là essentiellement conduites dans les Écoles nationales vétérinaires et quelques laboratoires nationaux des services vétérinaires (Alfort, Nice, Lyon) ont été rattachées, sur décision du ministre de l'Agriculture, Édgar Pisani, à l'Inra par création d'un département du même nom (dirigé par Paul Mornet).

Développement des recherches à l'Inra
Pour répondre aux grandes questions de l'époque (réduction des pertes par la maîtrise des risques), quatre stations de recherche ont été créées :
• pour l'amélioration de la vaccination contre la fièvre aphteuse et la peste porcine classique, et une meilleure connaissance des virus responsables, la station de Virologie et d'Immunologie à Grignon,
• pour l'amélioration de la lutte contre les maladies abortives (brucellose) et les mammites des ruminants, la station de Pathologie de la Reproduction à Tours,
• pour l'amélioration des moyens de lutte contre les maladies infectieuses et parasitaires (coccidioses) des volailles, la station de Pathologie Aviaire et Parasitologie à Tours,
• pour la maîtrise des maladies métaboliques et nutritionnelles des ruminants, la station de Pathologie de la Nutrition à Theix.

La situation depuis 1982 : rôle des GDS, de l'Inra et du Cneva [5]

Les GDS sont peu à peu devenus un partenaire à part entière des services vétérinaires.

Dans l'élaboration de leur doctrine, les GDS se sont appuyés sur des organismes de recherche dont l'Inra ainsi la FNGDSB (fédération nationale des GDS pour le bétail) a sollicité l'Inra en 1982 pour constituer une commission scientifique permanente (le premier président était Michel Plommet) susceptible de l'aider dans les choix pour les stratégies de lutte contre les diverses pathologies posant encore problèmes. Plusieurs chercheurs Inra faisaient partie de cette commission ; qui n'existe plus aujourd'hui.
Le champ d'action des GDS s'étend à l'ensemble du domaine sanitaire incluant les maladies dites réglementées et les autres maladies (dites maladies d'élevage). Ainsi son action couvre des maladies, comme la leucose bovine, la brucellose des ruminants et les réactions sérologiques dites atypiques, l'hypodermose bovine, la maladie d'Aujeszky du porc, les mammites, la rhinotrachéite infectieuse bovine...

En ce qui concerne les maladies réglementées, les services vétérinaires de la DGAL du ministère de l'Agriculture sont (depuis le début des années 60) et restent l'opérateur essentiel (avec l'appui scientifique des laboratoires de référence du Cneva et technique des laboratoires vétérinaires départementaux) dans le dépistage et le contrôle de ces affections.

L'Inra, par son département de Pathologie animale (ex département des Recherches vétérinaires) a affiché clairement ses missions : développer des recherches visant la protection animale vis-à-vis des maladies responsables des pertes économiques et d'altération de la qualité hygiénique et organoleptique des produits alimentaires d'origine animale. Il anticipe des recherches sur les problèmes et les questions du futur. Les produits de sa recherche sont les suivants :
• nouvelles connaissances sur les agents pathogènes (par exemple les virus responsables des entérites néonatales) et les réactions de l'organisme animal face à l'agression par ces pathogènes (par exemple la physiopathologie des diarrhées chez le veau),
• nouveaux procédés : l'immunisation contre les maladies (par exemple la vaccination du jeune sous couvert de l'immunité passive d'origine maternelle) la définition des principes de l'élevage protégé de volailles exemptes d'organismes pathologiques spécifiques (Eops),
• mise au point de modèles expérimentaux (modèles animaux),
• mise au point de nouveaux vaccins et de kits de diagnostic. Ainsi, depuis 1962, l'Inra a mis au point 14 vaccins différents dont 7 sont encore utilisés en France et à l'étranger (bovins, petits ruminants et porc),
• expertise concernant tel ou tel pathogène et la maladie qu'il provoque (par exemple les mycotoxines et les mycotoxicoses).

Le Cneva devenu AFSSA depuis 1998, développe des recherches finalisées en génie vétérinaire avec comme mission principale d'assister le ministère de l'Agriculture dans l'élaboration et la conduite de sa politique sanitaire. Sa mission d'appui technique comprend aussi le contrôle des médicaments vétérinaires, incluant les vaccins dans le cadre de l'Agence du médicament vétérinaire chargé

[5] Établissement public à caractère administratif sous la tutelle du ministère de l'Agriculture créé en avril 1988 à partir d'un ensemble hétérogène d'une douzaine de laboratoires de recherche et de développement (jusque-là appelés laboratoires nationaux des Services Vétérinaires), coordonnés par un inspecteur général depuis 1973. Cet inspecteur général sera d'ailleurs le premier directeur général du Cneva).
Ces laboratoires, dont le premier fut le laboratoire central de recherches vétérinaires d'Alfort créé en 1901, ont vu peu à peu leurs missions s'élargir d'où la création successive des laboratoires de Nice (1950), Lyon (1954), Ploufragan (1962) Nancy (1970).
Ces laboratoires ont joué un rôle essentiel dans la maîtrise de la fièvre aphteuse (Alfort et Lyon), de la brucellose (Alfort), de la peste porcine (Alfort et Ploufragan) et de la rage (Nancy) tout d'abord seuls, puis en collaboration avec l'Inra, en particulier en brucellose et en peste porcine classique.
Les activités du Cneva, dont les collaborations avec l'Inra, ont été reprises par l'Afssa en juillet 1998.

Voir aussi :
• *Inra Sciences Sociales* n°6, décembre 1997 et *Inra mensuel* n°97, juin-juillet 1998 "Évaluer les conséquences économiques d'une épizootie aphteuse".
• *Veterinary Research*, janv-fév. 2001 "Foot-and-mouth disease virus : a long know virus but a current threat" par Sabrino et al. (253 réfs). www.edpsciences.org Résumé : Le virus de la fièvre aphteuse : un virus connu de longue date, qui demeure une menace. Le virus de la fièvre aphteuse a été le premier virus animal identifié. Depuis lors, il est devenu un système modèle en virologie animale, et une quantité importante d'informations sur sa structure, sa biologie et sa vaccinologie a été obtenue. Cependant la maladie provoquée par ce virus constitue encore une inquiétude majeure en santé animale. Dans cette revue, nous avons tenté de résumer l'état des connaissances dans différents domaines de recherche, à la fois fondamentaux et appliqués, sur le virus de la fièvre aphteuse, en mettant l'accent sur les aspects relatifs au contrôle de la maladie.
• AFSSA (Agence française de Sécurité sanitaire des aliments) argumentaire 7 mars 2001.

Sites "fièvre aphteuse"
• Office International des Épizooties : www.oie.int avec une très bonne fiche descriptive synthétique en français
• Ministère anglais de l'Agriculture : www.maff.gov.uk/animalh/diseases/ avec carte des foyers mise à jour quotidiennement
• Guardian : www.guardian.co.uk/footandmouth avec un fichier international sur l'épidémie actuelle
...

d'instruire et de délivrer les demandes d'autorisation de mise sur le marché des médicaments vétérinaires.

Le Cneva et l'Inra ont donc des missions différentes. Pour des raisons historiques, certains domaines tels que l'épidémiologie, les maladies à mycoplasmes, les maladies des abeilles et de la faune sauvage, et un certain nombre de maladies infectieuses (rage, maladie d'Aujeszky, maladies de Newcastle, ESB) et parasitaires (trichinellose, strongylose des équidés et des caprins) sont du ressort (parfois exclusif) du Cneva. Inversement, pour les mêmes raisons, l'immunologie, la génétique de la résistance aux maladies, la pathologie de la locomotion et la plus grande partie de la parasitologie et des maladies parasitaires sont des domaines très développés à l'Inra.
Les domaines où l'Inra et le Cneva interviennent en étroite collaboration sont les suivants : la brucellose, les encéphalopathies spongiformes, l'antibiorésistance bactérienne, l'hygiène et la sécurité microbiologique des aliments.

Ces mesures ont permis d'obtenir un certain nombre de résultats

Les grandes maladies suivantes sont maintenant contrôlées dans le cheptel français sans être complètement éradiquées :
• la tuberculose
• la brucellose bovine qui fut le défi des années 70
• la leucose bovine qui fut le défi des années 80.

D'autres maladies sont totalement éliminées mais le cheptel français n'est pas à l'abri de ré-infections à partir de régions du monde où ces maladies ne sont pas éradiquées :
• la fièvre aphteuse dont la vaccination a été arrêtée en 1991
• la peste porcine classique dont la vaccination est également arrêtée
• la maladie de Newcastle des volailles.
Cette situation favorable, au niveau français, est le résultat des efforts collectifs entrepris depuis le début des années 50 à partir d'un service vétérinaire national centralisé dont l'efficacité n'est plus à démontrer.
Ce qui n'est pas le cas d'autres pays européens...

La situation dans d'autres pays

Sans parler du Royaume-Uni avec l'épizootie d'encéphalopathie spongiforne bovine et plus récemment de fièvre aphteuse, rappelons la situation de l'Allemagne où le système sanitaire est très différent du nôtre : en effet, dans ce pays, chaque Land est responsable de sa politique sanitaire. Ce qui fait qu'en 1996, l'Allemagne a mis plus de trois ans à maîtriser une épizootie de peste porcine (qui a coûté 120 millions d'écus à la CEE) alors que l'on dispose actuellement de toutes les connaissances et des outils (vaccins, kits de diagnostic) pour éradiquer rapidement une telle maladie dans une région à partir d'un nouveau foyer. De même, en Allemagne et dans d'autres pays européens voisins, la maladie de Newcastle des volailles, repartie au début des années 90, a été mal maîtrisée et reste un sérieux problème, alors que les foyers français d'importation de 1993 ont pu être rapidement contrôlés. L'Allemagne n'a découvert que tardivement la présence d'ESB.

Les perspectives

• La maîtrise de la situation favorable vis-à-vis des grandes maladies du passé nécessite un effort permanent dans le domaine du **diagnostic** et de l'**épidémiosurveillance**. La **réintroduction** de ces maladies est en effet un risque permanent à la faveur de l'importation d'animaux (peste porcine classique, fièvre aphteuse...) ou de produits contaminés (Caliciviroses des lagomorphes). La **faune sauvage** constitue également un risque réel de diffusion de maladies (rage avec le renard, tuberculose avec les cervidés, peste porcine avec les sangliers...).
• L'apparition de nouvelles maladies infectieuses est conditionnée par l'émergence de souches nouvelles (virus en particulier à la faveur de mutations ou de recombinaisons toujours possibles) ou de pathogènes pré-existants au niveau de la **faune sauvage** ou de l'**environnement** ou **importés** de pays atteints ; citons : la coronavirose respiratoire du porc, le syndrome dysgénésique et respiratoire du porc, les circoviroses (maladie d'amaigrissement du porcelet, anémie infectieuse des volailles...) les nouvelles maladies infectieuses et parasitaires en aquaculture, les nouvelles mycotoxicoses...

C'est pourquoi les efforts doivent se porter sur la promotion d'une démarche générale de la qualité sanitaire pour démontrer que l'animal et le troupeau, auquel il appartient, **sont réellement indemnes** de telle ou telle maladie. La certification, au niveau national et au niveau de l'Union Européenne, s'inscrit dans cette démarche qui concerne, bien sûr, les éleveurs, mais aussi les transformateurs, les distributeurs et les consommateurs. L'hygiène, la qualité et la sécurité des aliments constituent, dans cette perspective, une priorité nationale.

Jusqu'à la fin des années 70, dans le cadre de l'effort collectif national pour développer les productions animales, l'activité des recherches vétérinaires à l'Inra était centrée sur la maîtrise des pathologies majeures de l'époque. Les résultats obtenus par nos équipes pendant cette décennie ont très fortement contribué à la réduction des pertes économiques causées par les grandes maladies infectieuses. L'Inra a démontré sa capacité à répondre et à faire face aux demandes des éleveurs.
À partir du début des années 80, les demandes venant des filières, et surtout celles venant des transformateurs et des consommateurs, ont progressivement pris le pas sur les demandes des producteurs dans le cadre d'une démarche générale d'amélioration de la qualité des produits animaux. La pathologie animale étant de plus en plus considérée comme un facteur de l'altération de la qualité, l'hygiène et la sécurité des aliments sont devenues une priorité pour plusieurs équipes de l'Inra impliquées dans des recherches sur la contamination microbienne des aliments d'origine animale [6].
(Ce texte, rédigé en 1996, a été actualisé en mars 2001).

Jean-Marie Aynaud,
Ancien chef de département de Pathologie animale, chargé de mission sur les ESST à la direction scientifique Animal et Produits Animaux. ■

[6] Dans un numéro suivant, Jacques Laporte fera le point sur les maladies émergentes passant des animaux à l'homme. Voir également le schéma stratégique du département Santé animale par Jean-Pierre Lafont, directoriales 1999-2000.

Science et cuisine

Un nouveau laboratoire à l'Inra se consacre à la "gastronomie moléculaire"

Eléments de réflexion

Que cherche cette discipline au titre composé de deux mots dont le rapprochement semble paradoxal ? Elle veut comprendre et perfectionner les procédés culinaires, s'interroger sur des gestes familiers, venus de l'habitude ou du développement empirique de la cuisine, transmettre du savoir scientifique et technique à partir d'éléments de la vie quotidienne. Pour regarder les savoirs empiriques de la cuisine du point de vue de la chimie et de la physique, cette nouvelle approche de la nutrition cherche à valoriser des résultats de la science des aliments, notamment ceux obtenus par des chercheurs de l'Inra. Elle souhaite sensibiliser à la recherche le large public de tous ceux qui cuisinent et au-delà.

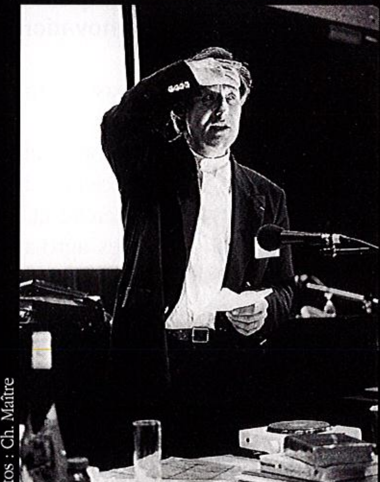
Comment écaller facilement les œufs durs ? Pour monter une mayonnaise, doit-on mettre les œufs et l'huile à la température ambiante ? Et comment rattraper une mayonnaise qui a tourné ? Comment faire des soufflés bien gonflés ? Comment cuire les viandes pour qu'elles soient tendres ? Et comment faire une mousse au chocolat sans œuf ? Les salades de pommes de terre sont-elles plus tendres quand on met les pommes de terre encore chaudes dans la vinaigrette ? Et est-il vrai que les compotes de poire rougissent quand on cuit les poires et le sucre dans des casseroles en cuivre étamé ? Les gnocchis sont-ils cuits quand ils se mettent à flotter ? Est-il vrai que...

Toutes ces questions, et d'innombrables autres, sont celles qu'explore la "gastronomie moléculaire". Beaucoup peuvent être résolues à l'aide de résultats obtenus par la science des aliments, mais beaucoup, aussi, nécessitent une recherche spécifique. Cette recherche s'effectue depuis plusieurs années dans le laboratoire de Chimie des Interactions moléculaires du Collège de France dirigé par le professeur Jean-Marie Lehn [1]. Depuis le 15 septembre 2000, elle fait partie de l'Inra.

Cette discipline est-elle légitime au sein de l'Institut ? Les questions qu'elle explore sont-elles déplacées dans un pays où subsistent des inégalités sociales criantes ? La gastronomie moléculaire est-elle une technique ? une technologie ? une science ?







Photos : Ch. Maître

◄ Hervé This : animation sur la gastronomie moléculaire. Le Croisic, accueil des nouveaux, décembre 2000.

Explorer un dicton

Examinons ce que la gastronomie moléculaire veut être, avant de la jauger : premièrement, le recensement et l'exploration des tours de main et dictons culinaires (tous, pas seulement ceux des cuisiniers étoilés) est au cœur de cette recherche ; puis cette étude s'enrichit d'une modélisation des procédés culinaires classiques, de la proposition d'introduction, en cuisine (domestique ou de restaurant), de méthodes, d'outils ou d'ingrédients nouveaux. Ces études veulent notamment valoriser des résultats obtenus par la science des aliments, entre autres ceux qui sont obtenus à l'Inra, et elles débouchent, autant que possible, vers un perfectionnement culinaire, l'invention de mets nouveaux et une meilleure information du public.

"Gastronomie moléculaire" ? Le titre n'est-il pas trop pompeux pour désigner une discipline qui semble ne se préoccuper que de cuisine ? "Cuisine moléculaire" n'aurait-il pas suffi ? Non, car on veut considérer aussi bien les procédés culinaires que les phénomènes qui ont lieu lors de la consommation des aliments : l'effet étrange qui apparaît en bouche avec une salade vinaigrée (au vinaigre non balsamique) ou certains vins rouges riches en tanins, mérite analyse, par exemple.

[1] Prix Nobel de chimie.

D'autre part, on entendra le terme "gastronomie" dans un sens large, non confiné à une cuisine rare : qu'il s'agisse de nourriture coûteuse ou non, chacun a évidemment intérêt à tirer le meilleur parti des ingrédients dont il dispose. Et c'est ainsi qu'on s'intéressera tout particulièrement aux procédés qui conduisent à rendre comestibles, par la préparation culinaire, des ingrédients qui ne le sont pas (pensons aux galettes de farine de gland préparées par les Corses, en période de disette : de l'argile qui y était mêlée supprimait l'astringence et l'amertume ; en fait, elle captait les facteurs antinutritionnels).

Reste que la description précédente est abstraite. Prenons un autre exemple. On dit que les gnocchis jetés dans de l'eau bouillante sont cuits quand ils remontent à la surface de l'eau. Le tour de main est-il juste ? Et, s'il l'est, pourquoi l'est-il ? Observons tout d'abord que les gnocchis ne sont pas un plat de riche, au contraire : pomme de terre, un peu d'œuf, du lait. Face à un dicton ("on dit que..."), tour de main, ou procédé culinaire, la gastronomie moléculaire commence par un test expérimental, dans les conditions culinaires qui accompagnent l'énoncé du dicton. Ces conditions sont parfois recueillies oralement, mais, souvent, proviennent de livres de cuisine. D'où une première étude historique, souvent intéressante, parce qu'elle montre les évolutions des habitudes et des comportements alimentaires, ainsi que les progrès de la technique culinaire.

Dans le cas des gnocchis, par exemple, on recensera des recettes classiques pour les préparer dans des livres modernes ou anciens, français ou étrangers, et l'on cherchera si le dicton se retrouve dans d'autres préparations. En l'occurrence, il s'applique à de nombreuses préparations analogues (quenelles, boulettes...), et le test expérimental initial portera sur un modèle représentatif de l'ensemble des préparations identifiées : par exemple, sur des gnocchis de pomme de terre.

Testons le dicton expérimentalement. On voit alors que, comme les recettes classiques le décrivent, les gnocchis tombent d'abord au fond de la casserole. Puis, en cuisant, ils s'"allègent" progressivement : les mouvements de convection décollent légèrement les gnocchis, mais ceux-ci commencent par retomber ; progressivement leurs mouvements se font plus amples et, enfin, ils viennent flotter franchement à la surface. Conclusion : le dicton est, au moins, partiellement exact, puisqu'il stipule bien que les gnocchis flottent.

Deux questions se posent alors : pourquoi les gnocchis flottent-ils ? Sont-ils cuits au moment où ils flottent ?

La première question est pure curiosité. Et l'analyse est la suivante : puisque les gnocchis "crus" tombent d'abord au fond de la casserole, c'est qu'ils sont plus denses que l'eau. D'ailleurs, ils sont composés de pommes de terre cuites à four chaud, pelées, puis écrasées (plus denses que l'eau), de jaune d'œuf (moins dense que l'eau, mais guère), de lait (dans certains cas, il est remplacé par du bouillon, de densité quasi égale à celle de l'eau) et de farine (plus dense que l'eau, comme on le voit simplement en mettant de la farine dans de l'eau) pâte que l'on travaille à la cuiller en bois, puis avec laquelle on forme des cordons que l'on détaille en petits bouchons qui sont jetés ensuite dans l'eau bouillante.

Lors de la cuisson, les grains d'amidon apportés par la farine s'"empèsent" (ils absorbent des molécules d'eau et gonflent, par un mécanisme bien exploré par des biochimistes de l'Inra de Nantes) ; cependant, la densité totale, si elle se rapproche de celle de l'eau, ne peut devenir inférieure par ce dernier mécanisme d'empesage. Les gnocchis ne flottent, par conséquent, que s'ils s'enrichissent de parties moins denses que l'eau. Des bulles, par exemple, d'air dissous ou de vapeur d'eau.

Testons l'hypothèse de l'air dissous : nous l'éliminons en faisant bouillir longuement de l'eau, puis nous déposons les gnocchis ; ils tombent, mais remontent ensuite à la surface. Ce ne sont donc pas des bulles d'air dissous qui sustentent les gnocchis. Alors, la vapeur d'eau ? Les bulles de vapeur d'eau ne s'apercevant pas facilement, comment nous assurer de leur présence ? En prélevant des gnocchis qui flottent, en les faisant rouler sur un plan de travail, afin d'éliminer les bulles éventuelles, puis en remettant les gnocchis dans l'eau : ils replongent et ils flotteront de nouveau, plus tard, quand de nouvelles bulles se seront agrégées aux gnocchis.

Cette analyse faite, revenons au dicton. Tout tient dans le mot "cuit" : qu'est-ce qu'un gnocchi qui est cuit ? Il faut sans doute que l'œuf soit coagulé ; ce qui donne de la tenue à l'édifice, et il faut aussi que l'amidon soit bien empesé ; une température supérieure à 60°C environ est nécessaire pour atteindre ces objectifs. Or si l'on cuit de petits et de gros gnocchis et si l'on mesure la température à cœur, une fois qu'ils sont remontés en surface, on observe que les plus gros gnocchis n'ont pas une température à cœur suffisante : autrement dit, il n'est pas vrai, *stricto sensu*, que tous les gnocchis sont cuits quand ils flottent [2].

Des réponses concrètes aux préoccupations d'innovation et de sensibilisation de l'Inra

La gastronomie moléculaire est-elle une activité légitime à l'Inra ?

Elle concerne très directement la valorisation des résultats en science des aliments dans un souci de développer recherche et innovation des petites et moyennes entreprises agro-alimentaires comme des restaurants [3]. Elle contribue aussi à améliorer la qualité des aliments et les connaissances des consommateurs, dans un souci d'hygiène et de sécurité alimentaire, particulièrement en comprenant mieux les effets des processus de transformation et de conservation. Partir d'une pratique largement répandue comme la cuisine permet de concerner un large public par des questions d'ordre scientifique au travers des médias.

[2] Dans les livres de cuisine de demain (à l'attention du grand public et, aussi, des jeunes qui se destinent à la profession de cuisinier), les auteurs qui se préoccupent de donner des indications justes aux lecteurs devront préciser que les petits gnocchis sont effectivement cuits quand ils remontent, mais ils gagneront à préciser que, pour les gros gnocchis (gros de combien ? on le précisera), la cuisson doit se poursuivre après que les gnocchis sont remontés (on indiquera quel temps de séjour en surface s'impose).

[3] Il y a quelques années, de grands cuisiniers étaient invités dans les centres Inra, où ils dialoguaient avec les chercheurs et jugeaient leurs produits, en ambassadeurs du monde culinaire. Pour que l'institut réponde aux demandes, il doit connaître ces dernières. Les relations amicales que la gastronomie moléculaire a tissé avec le monde culinaire doivent servir à faire remonter des demandes, filtrées par une bonne compréhension de l'activité culinaire. Signalons, à ce propos, la création d'un séminaire mensuel de gastronomie moléculaire, à l'Ecole supérieure de cuisine française (centre Jean Ferrandi, à Paris) ; ce Séminaire Inra/Collège de France/ESCF réunit des cuisiniers, des chercheurs de l'Inra, des enseignants, des industriels ; il sera l'occasion de soumettre les produits INRA au monde culinaire (participation libre sur inscription). cf. *Inra mensuel* n°108 séminaire et nominations.

L'exemple des gnocchis risque de faire penser que l'exploration des dictons culinaires est d'un intérêt mineur. Les exemples qui donnent ce sentiment ne manquent pas : les salades de pommes de terre sont-elles meilleures quand les pommes de terre cuites sont mises chaudes dans la vinaigrette ? ou les oignons brunissent-ils mieux quand ils sont poêlés avec du sel ? Recherche futile ? Inutile ? Pourtant... Pourtant il y a plusieurs raisons de douter de cette futilité.
Ainsi, de nombreuses sociétés commercialisent des plats préparés ; prenons l'exemple de la salade de pomme de terre : la plupart des rayons traiteurs de supermarché en proposent. La compréhension de l'absorption de la vinaigrette par les pommes de terre est alors un atout concurrentiel, en même temps qu'un problème économique important : sur de grosses productions, un gramme de vinaigrette absorbée en plus ou en moins peut, sur un fort volume vendu, représenter des sommes considérables. On sait aussi que cette huile absorbée n'est pas anodine, du point de vue de la nutrition humaine : la gastronomie moléculaire rejoint alors, tout naturellement, la nutrition humaine et la sécurité des aliments. Il faut évidemment généraliser : l'on ne manquera pas de remarquer des intérêts convergents entre la gastronomie moléculaire et le génie des procédés, la nutrition, les transformations animales ou végétales, déjà largement présents à l'Inra.
En outre, la réputation de plus d'un cuisinier, étoilé ou non, a tenu à la réalisation perfectionnée d'un plat. Les cuisiniers, surtout les plus attentifs à leur métier, se sont longtemps passés de science, mais des collaborations établies depuis plusieurs années ont bien montré que la science était un atout en cuisine. Là encore, une avancée qui semble locale est, en fait, plus large : le renom de la cuisine française rejaillit sur l'industrie alimentaire et sur l'industrie du tourisme.
Une communication scientifique insuffisante explique-t-elle en partie le rejet de la "nourriture industrielle" ? La gastronomie moléculaire, en se proposant de mettre visiblement des résultats de la recherche en science des aliments à la disposition de tous -industrie alimentaire, entreprises d'aliments préparés, personnes qui cuisinent...- veut éviter les refus *a priori* du public. C'est une forme de valorisation, qui veut aussi contribuer au débat sur les nouveaux aliments.
Signalons enfin que l'ignorance des mécanismes culinaires peut constituer un grave handicap, qui remet en cause tous les efforts de qualité des filières alimentaires : de la biochimie fondamentale à l'étal du petit commerçant, de nombreux professionnels compétents et soigneux œuvrent pour que le consommateur dispose de produits sains, de bonne qualité, adaptés aux attentes. Les filières sont organiséees et contrôlées au mieux, mais... pour peu qu'un acheteur mal formé à la cuisine effectue des gestes culinaires inappropriés, il obtiendra un aliment médiocre, et il incriminera toute la filière. L'individu qui cuisine, en fin de filière, en est aussi la sanction ; comme plusieurs millions de personnes cuisinent chaque jour, rien que dans notre pays, ce sont autant de jugements du travail des professionnels.
D'où la nécessité impérative d'étudier le dernier pas : en cuisine.

Une science plutôt qu'une technologie

La gastronomie moléculaire est-elle une activité technique, technologique ou scientifique ?
Je profite d'abord de l'analyse pour dénoncer la confusion qui entoure l'emploi de ces mots, non parce que je hiérarchise les activités techniques, technologiques ou scientifiques (il y a probablement autant de bons professionnels, en proportion, dans les trois domaines), mais parce que je déteste prendre des vessies pour des lanternes. Une technique est une mise en œuvre de moyens en vue de la réalisation de biens. La technologie, pour ceux qui rechignent à l'usage d'anglicismes parce qu'ils pensent avec Lavoisier que la pensée se confond avec la langue, c'est l'étude des techniques. Et la science, c'est la recherche de connaissances.
La gastronomie moléculaire, dans tout cela ? Raisonnons sur l'exemple du gnocchi. La confection de gnocchis relèverait de la technique. Le test du dicton culinaire est un travail technologique : on étudie la technique culinaire qui consiste à considérer comme cuits des gnocchis qui sont remontés à la surface. En revanche, l'étude des causes de la remontée est une recherche pure de connaissance. Il s'agit de science.
Si la composante technologique est notable en gastronomie moléculaire, ce serait une erreur de couper la discipline de sa composante scientifique, car le public est friand d'informations qui l'aident à comprendre le monde où il vit. Mieux encore, la transmission des résultats scientifiques valorise la communication des résultats technologiques, en même temps qu'elle communique un état d'esprit que je trouve important : faire des gnocchis cuits, c'est bien ; faire des gnocchis mieux cuits, c'est mieux ; faire des gnocchis mieux cuits en sachant pourquoi on les fait mieux et en se dotant des outils intellectuels qui conduisent à des variations ou à des perfectionnements, c'est encore mieux. En corollaire, on comprend également que des missions d'enseignement et de communication accompagnent nécessairement la mission de recherche. Disons-le en une phrase : l'examen des dictons et des tours de main, futile en apparence seulement, doit toujours conduire à la compréhension, la modélisation, l'innovation... et à l'information.
Toujours, les résultats techniques, technologiques et scientifiques des études seront donnés au public sous une forme accessible, je préfère dire appétissante, comestible et digeste : il ne me semble pas répréhensible d'attirer le public vers les sciences en l'appâtant avec de la cuisine.

*Hervé This**,
Nutrition Humaine et Sécurité des Aliments. ■

* Physico-chimiste Inra, attaché à la Direction scientifique Nutrition Humaine et Sécurité des Aliments. Laboratoire de chimie des interactions moléculaires, Collège de France (11 place Marcelin Berthelot, 75005 Paris).

Hervé This a été de longues années le rédacteur en chef de la revue "Pour la science".

2-5 Construire ensemble l'Inra de demain

Six défis auxquels l'Inra apporte des réponses de priorités scientifiques, de partenariats renouvelés et plus diversifiés, et par la poursuite de la réforme interne.
Marion Guillou, directrice générale.

6-39 Actualités

6-14 Travaux et Recherches

• À la découverte du génome d'*Arabidopsis*
La séquence du génome d'*Arabidopsis thaliana*, espèce modèle, vient d'être publiée avec une importante contribution de l'Inra. Cette étude permettant de nombreux travaux sur la fonction des gènes identifiés aura un impact majeur pour la biologie des plantes et de nombreuses perspectives d'application en agriculture. *Nicole Bechtold, David Bouchez, Christine Camilleri, Philippe Guerche, Georges Pelletier, Catherine Bellini, Michel Caboche,* Versailles, *Pierre Rouzé,* université de Gand (Belgique).

• Les Centres de Recherche en Nutrition Humaine
Depuis une dizaine d'années, l'Inra a étendu ses compétences à la nutrition humaine et aux relations entre alimentation et santé, s'est engagé dans la création et l'activité de Crnh associant des chercheurs de l'Inra et de l'Inserm à des équipes hospitalo-universitaires. Voici les travaux développés par les Crnh d'Auvergne, de Lyon, de Méditerranée, de Nantes, de la région parisienne, et la coopération entre Crnh et partenaires. *Christine Cherbut,* Nantes.

• Des champignons dont les systèmes enzymatiques peuvent métaboliser les xénobiotiques
D'innombrables molécules naturelles ou synthétisées par l'industrie, appelées xénobiotiques, sont présentes naturellement dans l'environnement ou produites par les activités humaines. Les champignons filamenteux disposent de systèmes enzymatiques susceptibles de dégrader ces xénobiotiques. Leur structure et leur mode d'actions sont étudiés afin de cerner le devenir dans l'environnement et le sol des xénobiotiques ainsi que les risques de leur transfert dans la chaîne alimentaire ; ce qui contribue notamment à la dépollution des sols et des eaux. *Christian Mougin, Claude Jolivalt, Paul-Henri Ducrot,* Versailles-Grignon.

• Vibrations et phéromones ou comment les punaises se retrouvent !
Pour se reconnaître à distance et se rencontrer, les insectes utilisent différents systèmes de communication. La rencontre des partenaires sexuels est en effet une phase cruciale pour l'animal, car de sa capacité à localiser un partenaire potentiel dépendront ses chances de se reproduire. C'est un phénomène qu'il est important de bien connaître pour mener une lutte intégrée contre les insectes parasites des plantes. Les punaises vertes émettent à la fois des signaux olfactifs et sonores et différents types de vibrations transmises par le végétal. *Nadège Miklas, Michel Renou,* Versailles.

• Crise de la vache folle de 1996 : étude du risque perçu par les consommateurs
En 1996, la crise de la vache folle a permis d'analyser les réactions des consommateurs français face aux risques sanitaires et à l'information sur ces risques, à partir des achats de viande d'un large échantillon de ménages avant et après le déclenchement de la crise. Ces réactions apparaissent liées au degré d'exposition au risque et surtout à la perception d'un lien entre quantité consommée et risque de contamination. De ce fait, la consommation avant la crise fournit une bonne prévision des réactions des consommateurs au moment de la crise. *Jérôme Adda,* Ivry-sur-Seine.

Les résumés sont d'*INRA mensuel*



Fleur d'*Arabidopsis* issue d'une lignée de la collection d'insertion de ADN-T générée à l'Inra de Versailles. La construction génétique utilisée pour établir cette collection comporte un gène "rapporteur", qui permet de visualiser l'activité et la régulation de la région du génome dans laquelle l'ADN-T s'est inséré. Dans ce cas, la coloration bleue du gène rapporteur est observée au niveau des nervures (le système vasculaire), mettant en évidence un gène spécifiquement exprimé dans ces tissus. Ces approches permettent d'étudier la régulation des gènes et d'isoler des séquences régulatrices utiles pour les programmes de biotechnologie des plantes. Photo : D. Bouchez.

15-26 Animer, Diffuser, Promouvoir

Jeunes••• Manifestations••• Séminaires••• Colloques••• Éditer, Lire••• Logiciels••• Internet

27-35 INRA Partenaire

• Une retombée des recherches sur le génome des animaux d'élevage : la traçabilité de la viande par l'ADN
La construction des cartes génétiques des principales espèces d'animaux d'élevage a des retombées pratiques grâce à de nouveaux partenariats. Ces cartes vont permettre de développer des systèmes de production économiquement viables prenant en compte la gestion du territoire et de l'environnement, et ce dans une période où les attentes de la société en termes de qualité et de sécurité sont nombreuses. S'ajoutant à la traçabilité de la viande par documents, la traçabilité par l'ADN peut déterminer l'origine d'un animal à partir de la viande, l'ADN permettant d'identifier chaque individu. *Bernard Bibé,* Toulouse, *François Ménissier, Marie-Yvonne Boscher,* Jouy-en-Josas.

• De la biologie évolutive à la traçabilité moléculaire chez les arbres forestiers
Une cartographie géographique de la diversité génétique des chênes européens vient d'être construite à l'échelle du continent sur plus de 2600 chênaies. Elle permet de retracer les voies de migration et de recolonisation des chênes depuis la fin des dernières glaciations et l'origine de leur diversité génétique actuelle. Elle peut être aussi utilisée pour la traçabilité des produits des chênes. Ce savoir-faire a été transféré à une jeune entreprise. *Antoine Kremer,* Pierroton Bordeaux.

• Le futur programme-cadre européen de recherche 2002-2006. Quels enjeux ?
Doté d'un budget de 17 milliards d'€, le futur PCRDT se prépare dès à présent, conçu dans un esprit différent des précédents afin de construire un véritable Espace Européen de la Recherche sur des thématiques prioritaires. Quel rôle peut jouer l'Inra à ce stade ? *Paul Jamet, Marie-Dominique Savina, Juliette Renaud, Virginie Choay, Claudine Lamarque.*

• La recherche agronomique dans l'espace européen de la recherche. Conférence de Versailles - 5 et 6 décembre 2000,
Philippe Ferlin, directeur des Relations Internationales.

• Création d'une Académie des Technologies
Cette nouvelle académie a été créée à la demande du ministre de la Recherche afin de rapprocher recherche et entreprise, favoriser le transfert de technologies et la création d'entreprises technologiques innovantes dans les sciences du vivant, les biotechnologies (santé, alimentation, environnement), les nouvelles technologies de l'information et de la communication, les énergies nouvelles. Cette académie jouera un rôle d'expertise, de prospective et d'animation ; elle s'efforcera d'éclairer la société sur les technologies actuelles et à venir.

• Dix mesures pour rapprocher science et société
Le ministre de la Recherche a formulé dix propositions concrètes pour rapprocher science et société, pour bâtir "une science publique", transparente, dont la connaissance par l'opinion publique soit renforcée, et "une science citoyenne", au contact direct des citoyens.

36-39 Travailler à l'INRA

• La médecine de prévention à l'Inra
Elle a pour rôle de prévenir toute altération de la santé des agents du fait de leur travail ainsi que les risques professionnels. Le médecin travaille en toute indépendance dans le respect des codes de déontologie, du travail et de la santé publique. *Philippe Binet,* médecin prévention.

• L'aménagement de votre bureau : une affaire sérieuse !
La transformation du travail et de son organisation, l'évolution des technologies font qu'aujourd'hui un nombre sans cesse croissant de personnes est amené à avoir une activité de bureau ; un guide vient d'être réédité par la Prévention. *Marc Mention,* Montpellier.

40-41 Courriers

À propos de la date de création du bulletin Inra, des ressources en protéines, des témoignages de retraités, de l'élevage des porcs.

42 Nature

• Ces plantes du fromage !
La grassette coagule le lait, le trèfle séché teinte de vert, le gaillet vrai et l'aspérule parfument... autant d'arômes et de couleurs que de plantes agrémentent les fromages grâce à de nouvelles techniques mais aussi à celles aujourd'hui retrouvées. *Jean Froc.*

43-48 Le Point

• À propos de la fièvre aphteuse
Trois facettes de ce problème sont abordées :
• l'histoire et les connaissances sur le virus de la fièvre aphteuse par *Jacques Laporte*
• un modèle de simulation pour évaluer les conséquences économiques des différentes réactions possibles à cette maladie par *Pierre Rainelli et Olivier Mahul*
• une brève histoire des grandes maladies animales et des recherches depuis 1945 par *Jean-Marie Aynaud.*

49-51 Éléments de réflexion

• Science et cuisine
Un nouveau laboratoire à l'Inra se consacre à la "gastronomie moléculaire"
Cette discipline veut comprendre et perfectionner les procédés culinaires, s'interroger sur des gestes familiers, venus de l'habitude, transmettre du savoir scientifique et technique à partir d'éléments de la vie quotidienne. En regardant les savoirs empiriques du point de vue de la chimie et de la physique, cette nouvelle approche de la nutrition cherche à valoriser des résultats de la science des aliments, notamment ceux obtenus à l'Inra. Elle souhaite sensibiliser à la recherche un large public.

À ce numéro sont joints : • "Info" Nouveautés 2001" Éditions Inra
• 2 Tirés à part : "Essai sur l'histoire agricole de la France" par Jean Boulaine, 8 p. / "Accueil des nouveaux à Nantes" en novembre 2000, 12 p.

Directrice de la publication : Corine Plantard / Responsable de l'INRA mensuel : Denise Grail / Secrétariat : Frédérique Chabrol - Mél. chabrol@paris.inra.fr
Maquette et P.A.O. : Pascale Inzérillo / Photothèque INRA : Jean-Marie Bossennec - Julien Lanson - Christophe Maître
Comité de lecture : Pierre Sellier (APA) / Pierre Cruiziat (EFA) / Alain Fraval (ME&S) / Sylvain Mahé (NHSA) / Christiane Grignon, Camille Raichon (SED) / Brigitte Cauvin (Jouy-en-Josas) / Jean-Claude Druart (Thonon-les-Bains) / Laurence Garnendia (Relations internationales) Yvonne Couteaudier (PPV) / Nicole Prunier (DIC) / Marie-Thérèse Dentzer (Presse) / Claire Werlen (DIPAJ) / Daniel Renou (DADP) / Catherine Frayssinet (Programmation et financement) / Frédérique Concord, Jean-Pierre Frémeaux (DRH) / Raditja Ilami-Langlade (Retraités)

INRA, Direction de l'information et de la communication (DIC), 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : 01 42 75 90 00.
Conception : Philippe Dubois / Imprimeur : Graph 2000 / Photogravure : Vercingétorix / ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP